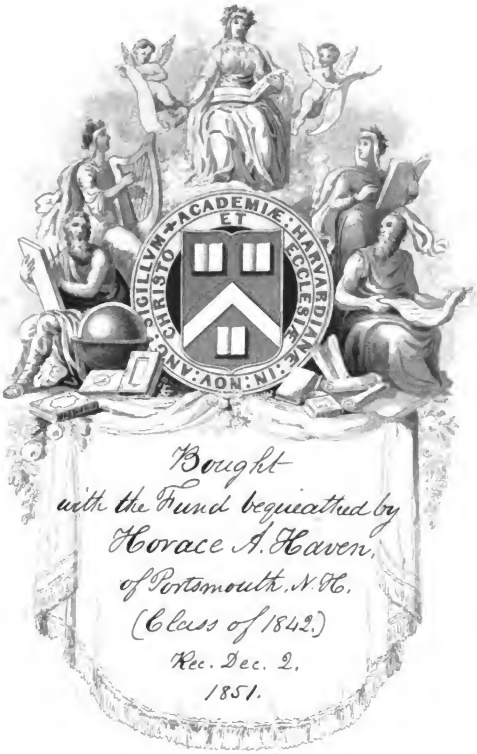
Chem
7408
40

54.1.

Chem 7408.40

Bd Sept. 1856.



Bought
with the Fund bequeathed by
Horace A. Haven,
of Portsmouth, N.H.
(Class of 1842.)
Rec. Dec. 2,
1851.

SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DIE

GALVANOPLASTIK.

NACH DEM RUSSISCHEN ORIGINALE

VON

Dr. M. H. JACOBI.

St. Petersburg,

GEDRUCKT BEI DER EXPEDITION ZUR ANFERTIGUNG DER REICHSPAPIERE.

1840.

Digitized by Google

DIE GALVANOPLASTIK,

ODER

DAS VERFAHREN COHÄRENTES KUPFER IN PLATTEN ODER SONST GEGEBENEN FORMEN, UNMITTELBAR AUS KUPFERAUFLÖSUNGEN AUF GALVANISCHEM WEGE ZU PRODUCIREN.

Digitized by Google

ZUM DRUCK ERLAUBT:

unter der Bedingung, dass, nach Beendigung desselben, der Censur-Comität die gehörige Anzahl Exemplare zugesandt werden. St. Petersburg, den 14 Mai 1840.

Zensor A. Freigang.

Digitized by Google

DIE

GALVANOPLASTIK,

ODER

DAS VERFAHREN COHÄRENTES KUPFER IN PLATTEN ODER NACH SONST GEGEBENEN FORMEN, UNMITTELBAR AUS KUPFERAUFLÖSUNGEN, AUF GALVANISCHEM WEGE ZU PRODUCIREN.

NACH DEM AUF BEFEHL DES GOUVERNEMENTS IN RUSSISCHER SPRACHE BEKANNT GEMACHTEN ORIGINALE.

VON

Dr. M. H. JACOBI,

Kaiserl. Russ. Hofrathe und Mitgliede der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

Mit einer Kupfertafel.

St. PETERSBURG,

Eggers et C°. (in Commission bei F. A. Herbig in Berlin).

1840.

Digitized by Google

Chem 7408.40

1851 Dec 2
Haven Fund

Jacob Lehman 493

Gedruckt bei der Expedition zur Anfertigung der Reichspapiere.

Digitized by Google

SR. KAISERLICHEN MAJESTÄT

NICOLAI PAWLOWITSCH

SELBSTHERRSCHER ALLER REUSSEN.

Digitized by Google

ALLERGNÄDIGSTER KAISER UND HERR!

EW. KAISERLICHE MAJESTÄT *haben die Hohe Gnade gehabt, mir die Erlaubniss zu ertheilen, die vorliegende Schrift, als ein Zeichen meines wärmsten Dankgefühls,* IHREM *Erhabenen Namen widmen zu dürfen.*

Es würde mich glücklich machen, wenn ich hiermit zugleich aussprechen dürfte, wie ich wünsche mit allen meinen Kräften, dem Lande auch ferner nützlich zu sein, dem es mir vergönnt ist meine Dienste zu

Digitized by Google

widmen und an welches ich durch die mannichfaltigsten Bande geknüpft bin.

Mit den Empfindungen der tiefsten Ehrfurcht verharre ich

ALLERGNÄDIGSTER KAISER UND HERR

EW. KAISERLICHEN MAJESTÄT.

allerunterthänigst gehorsamster

M. H. Jacobi.

Digitized by Google

VORWORT.

Die Schrift, welche ich hiermit Ihnen, meine Herren Leser, übergebe, enthält die von mir entdeckte neue Anwendung der galvanischen Kräfte, welche sowohl in technischer, als artistischer und wissenschaftlicher Beziehung wichtig werden kann und es zum Theil schon geworden ist. Sie wurde im Monat Februar 1837, als ich mich noch in Dorpat befand, durch eine auffallende Erscheinung hervorgerufen, die sich mir bei meinen galvanischen Untersuchungen darbot, welche auf ganz andere Zwecke gerichtet waren. Eine aufmerksame Beobachtung und anhaltende Verfolgung dieser Erscheinung überzeugte mich bald, dass hier ein ganz

Digitized by Google

neues Interesse vorliege, welches man dem galvanischen Strome abgewinnen könne; aber es war nur sehr allmählig, dass ich zur Kenntniss der einfachen Bedingungen gelangte, von welchen die Resultate abhängig sind. Gegen Ende desselben Jahres wurde ich auf Veranlassung Seiner Excellenz des Herrn Ministers der Volksaufklärung hierher nach St. Petersburg berufen, wo die auf allerhöchsten Befehl mir anvertrauten Arbeiten, zwar diesen Gegenstand mehr in den Hintergrund drängten, es mir aber doch gestatteten, manche gelegentliche Beobachtung und Erfahrung zu machen, die später in dieser Beziehung benutzt werden konnte. Nachdem endlich der Erfolg meines Verfahrens gesichert erschien, und es mir gelungen war dasselbe von vielen Zufälligkeiten zu befreien, machte ich der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften eine Mittheilung davon, welche von einer wohlgelungenen galvanischen Production begleitet war. Das hierauf bezügliche an den beständigen Secretair der Academie Herrn wirklichen Staatsrath von Fuss gerichtete Schreiben wurde in der Sitzung vom 5 October 1839 verlesen und zuerst im *Bulletin scientifique* N° 95, später aber auch in der St. Petersburger deutschen Zeitung vom 30 October, im Auszuge abgedruckt, wodurch auch das grössere

Digitized by Google

Publicum zur Kenntniss davon gelangte. Sr Excellenz der Herr Minister der Volksaufklärung und Präsident der Academie, hatte die Gnade, die dieser gelehrten Versammlung vorgelegte *erste* galvanoplastische Production, Sr Majestät unserm Herrn und Kaiser zu unterlegen, und den Abdruck einer zweiten Notiz über mein Verfahren in der St. Petersburger russischen Zeitung vom 24 December anzubefehlen. In der deutschen Zeitung vom 29 December findet sich eine Uebersetzung dieses Artikels, welcher sich eben so wie der frühere, von hier aus schnell verbreitete, in fremde Sprachen übertragen und in viele ausländische, namentlich englische Zeitungen und wissenschaftliche und technische Journale aufgenommen wurde. Ich beziehe mich absichtlich auf diese gedruckten officiellen Documente, um die anderweitigen durch die Kenntniss von der Existenz meiner Entdeckung veranlassten Versuche, in Bezug auf ihre Ansprüche, vollständig ignoriren zu dürfen. Die Galvanoplastik gehört Russland ausschliesslich an, sie hat hier ihren Ursprung und ihre Ausbildung gewonnen. Die Grossmuth unsers Gouvernements, immer besorgt um die Verbreitung nützlicher Kenntnisse, hat die vollständige Bekanntmachung derselben zum allgemeinen Besten möglich gemacht, und so

Digitized by Google

auch dem übrigen Europa ein Geschenk damit verliehen.

Der Galvanismus ist das mächtige, vielseitig wirkende Agens, welches am Anfange unseres Jahrhunderts entdeckt worden ist, und dessen wissenschaftliche und technische Beziehungen die gebildete Welt jetzt überall beschäftigen. Bis jetzt war dasselbe nur in der stillen Zelle des Gelehrten, in den Laboratorien der Physiker und Chemiker gehegt und gepflegt worden. Es ist jetzt das erste Mal, dass es in die grössern massenhaften Kreise der Technik tritt und den Händen der Künstler und Fabrikanten übergeben wird. Sie, meine Herren, lernen eine Kraft kennen, deren Erscheinungen Ihnen im Allgemeinen wohl nicht fremd sein mochten, die aber, was ihre Gesetze und ihre Handhabung betrifft, Ihnen geheimnissvoll, oder mindestens fremdartig entgegentrat. Ich habe es daher für nothwendig gehalten, eine allgemein verständliche Darstellung dieser Gesetze voranzuschicken. Es ist nothwendig, dass Sie sich damit befreunden, damit das Ungewohnte wegfalle, und damit Sie im Stande seien alle die Zufälligkeiten zu beherrschen, welche jeden technischen Betrieb im Grossen begleiten, Zufälligkeiten, deren Beseitigung nichts erfordert als einige Gewandheit und die alle aufzu-

Digitized by Google

zählen theils unmöglich, theils ermüdend ist. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass selbst Leute ohne wissenschaftliche Bildung oder Erziehung, durch die Anweisungen, die ich ihnen ertheilte, bald die gehörige Routine erlangten, sowohl was die Manipulation der galvanischen Apparate, als auch das galvanoplastische Verfahren selbst betrifft. Bedenkt man, wie jetzt jedermann mit den Wirkungen des Hebels, der Schraube und der andern mechanischen Potenzen vertraut ist; wie jetzt jedermann die Erscheinungen der Schwere des Luft- und Wasserdrucks kennt und sie zu deuten vermag; wie die Benutzung des Feuers und der Wärme, der Elasticität der Dämpfe, bei den complicirten Maschinen welche ihnen dienen, eine ganz allgemeine geworden ist; wie die verwickeltsten chemischen Operationen in den mannichfachsten Industriezweigen von den gewöhnlichsten Arbeitern ausgeübt werden; bedenkt man, wie alle diese Kräfte und Apparate, im Anfange, als sie aus dem Schoosse der Wissenschaft hervorgingen, nicht minder fremdartig und geheimnissvoll erschienen, so erhält man die Ueberzeugung, dass es schon jetzt an der Zeit ist, auch die galvanischen Kräfte dem industriellen Publicum zur Benutzung Preis zu geben, und ihm die daraus hervorgehenden Vor-

Digitized by Google

theile nicht länger zu entziehen. Der Galvanismus wird auf diese Weise ein neues Beispiel liefern und zu der sich immer mehr und mehr ausbreitenden Ansicht beitragen, wie die reinsten wissenschaftlichen Untersuchungen und das practische Leben sich gegenseitig bestätigen und fördern; wie günstige Wirkungen und Rückwirkungen nicht ausbleiben; wie das Mistrauen, welches den practischen Mann und den Mann der Wissenschaft von einander fern hielt, nicht mehr an der Zeit ist und verschwinden muss; wie jeder dem andern sein Recht und seine volle Anerkennung nicht zu versagen habe; wie endlich auch das kleinste Saamenkorn, welches die Wissenschaft ausstreut, früher oder später seine Früchte trägt.

Bei der Herausgabe dieser Schrift kann ich mir eine Besorgniss eigner Art nicht verhehlen. Die Gegenstände nämlich, womit wir uns unausgesetzt beschäftigen, werden uns am Ende so geläufig, dass wir sie für ganz leicht halten, und die Mühe und die zahllosen Beschwerden gänzlich vergessen, welche uns zu den Resultaten haben gelangen lassen. Es ist aber mein Wunsch Ihnen das Verfahren als ein fertiges Ganze vorzulegen, sie mit allen Umständen, die dabei vorkommen, sogleich vertraut zu machen, damit Sie nicht nöthig haben, wie man zu

Digitized by Google

sagen pflegt, die ganze Schule durchzumachen. Ich habe mich daher bemüht, in der Erörterung der Grundsätze sowohl, als in der Beschreibung des Verfahrens selbst, so deutlich wie möglich zu sein. Sollte mir es aber dennoch nicht ganz gelungen sein, so bitte ich Sie, sich persönlich an mich zu wenden; ich werde Ihnen die Apparate selbst zeigen und ihre Wirkungen noch näher erklären, Sie mit manchen Handgriffen vertraut machen, die sich ohne Weitschweifigkeit nicht gut schriftlich darstellen lassen und Ihnen überhaupt mit Rath und That an die Hand gehen, damit Ihnen die Ausübung dieser neuen technischen Kunst, so viel wie möglich erleichtert werde und Sie von ihrer Anwendung einen wahrhaften Nutzen erfahren. Zu diesem Zwecke gedenke ich später in den öffentlichen Blättern bestimmte Tage anzuzeigen, wo ich entweder in meiner Wohnung oder in einem andern Locale, jeden ohne Unterschied empfangen und mich über diese Gegenstände mit ihm besprechen werde.

Es macht mich glücklich diese Gelegenheit benutzen zu können, um meinen Dank den hohen Staatsmännern öffentlich darzubringen, welche meine Arbeiten, durch die umsichtige Theilnahme welche sie allen Zweigen des Wissens angedeihen

Digitized by Google

lassen, beschützt; durch den Beifall welchen sie ihnen fortdauernd schenkten belebt; durch die Grossmuth mit welcher sie die Resultate derselben anerkannten, belohnt haben.

St. Petersburg, den $\frac{30 \text{ März}}{11 \text{ April}}$

1840.

M. H. Jacobi.

1.

Wenn man in ein Gefäss, worin sich mit Wasser verdünnte Schwefel- oder Salzsäure befindet, eine gewöhnliche Zinkplatte stellt, so wird dieselbe mehr oder weniger rasch aufgelöst, und zwar unter Entwicklung von Wasserstoffgas, welches da es nicht ganz rein ist, sich durch einen unangenehmen stechenden Geruch bemerkbar macht. Zieht man die Zinkplatte wieder heraus und giesst einige Tropfen Quecksilber darauf, so wird sich letzteres auf der Zinkplatte ausbreiten, dieselbe vollständig überziehen oder, wie man es in der Kunstsprache nennt, amalgamiren. Die Platte erlangt dadurch einen silberähnlichen Glanz. Taucht man sie jetzt wieder in das Gefäss mit Säure, so wird dieselbe wenig oder gar nicht angegriffen werden und kann eine

Digitized by Google

ziemlich lange Zeit darin bleiben, ohne einen merklichen Gewichtsverlust zu erleiden. Zugleich mit der amalgamirten Zinkplatte, stelle man eine Kupferplatte in das Gefäss, so wird dadurch in dem ganzen Zustande der Zinkplatte nichts geändert; so wie man aber beide Platten innerhalb oder ausserhalb der Flüssigkeit mit einander in Berührung bringt, oder auch nur durch eine metallische Leitung, d. h. durch einen Drath oder Streifen von Kupfer, Messing, Blei, oder irgend einem andern Metalle mit einander verbindet, wird man wahrnehmen, dass sich Gasblasen, die ebenfalls aus Wasserstoffgas, bestehen an der Kupferplatte entwickeln. An der Zinkplatte, wenn sie gut amalgamirt war, ist keine Gasentwicklung sichtbar, aber dennoch wird sie angegriffen, und nach und nach aufgelöst werden. Diese und ähnliche Erscheinungen, welche nur eintreten, sobald zwei fremde Metalle, wofür ich hier beispielsweise Kupfer und Zink gewählt habe, in Gegenwart einer Flüssigkeit mit einander in Berührung oder Verbindung treten, werden einer besondern Kraft zugeschrieben, welche wir *Galvanismus* nennen.

Wir haben oben gesehen dass die gewöhnliche Zinkplatte, auch ohne Mitwirkung von Kupfer in der Säure aufgelöst wurde, und man weiss dass das einem chemischen Processe zugeschrieben wird. Das Wasser, durch welches die Säure verdünnt worden ist, wird nämlich durch Zink in seine Bestandtheile, Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt;

Digitized by Google

letzterer wird vom Zink gebunden, und bewirkt dass er sich mit der Schwefelsäure verbinden und Zinkvitriol bilden kann. Ersterer, der Wasserstoff nämlich, wird aber frei und kann entweichen. Dasselbe geschieht nun zwar auch durch die galvanische Thätigkeit, nur mit dem Unterschiede, dass die Bestandtheile des Wassers nicht an einer und derselben Platte, sondern in der Art getrennt auftreten, dass der Sauerstoff, wie vorher, sich mit der Zinkplatte verbindet, das Wasserstoffgas aber an der Oberfläche der Kupferplatte auftritt und da es sich mit ihr nicht verbinden kann, entweicht. Man nennt einen solchen Apparat, wie er in Fig. 1. abgebildet ist, *eine einfache galvanische Kette*, *C* ist die Kupferplatte, *Z* ist die Zinkplatte, *C V Z* ein Drath oder Streifen, der zur Verbindung dieser Platten dient, und *a b c d* das Gefäss, worin sich die Säure befindet. Wir wollen gleich hier bemerken, dass der Zweck eines solchen Apparates in den seltensten Fällen der ist, eine Auflösung von Zink zu erhalten, was, wie wir gesehen haben, auf eine einfachere Weise geschehen könnte; dagegen zeigt der Schliessungsdrath, oder das was seine Stelle vertritt, gewisse andere Wirkungen, die wir noch besprechen werden, weil sie für uns die wichtigern sind. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Stärke dieser Wirkungen genau in dem Verhältnisse der Wasserstoffmenge steht, die sich an der Kupferplatte entwickelt, dass aber die Wasserstoffblasen welche vom Zink aufsteigen nicht nur

Digitized by Google

nichts zur Verstärkung der galvanischen Kraft beitragen, sondern dass diese im Gegentheile gewissermassen dadurch geschwächt wird. Wenn man zu einer galvanischen Kette, statt des amalgamirten Zinks, gewöhnliches nimmt, so wird die Wirkung eine zusammengesetzte oder gemischte sein; das Zink wird durch den chemischen und galvanischen Process zugleich aufgelöst. Die Heftigkeit des Aufbrausens und die schnelle Auflösung der Zinkplatte darf hier aber nicht als Maasstab gelten, denn nur *die* Zinkmenge entspricht der galvanischen Kraft, welche durch die Verbindung des Zinks mit dem Kupfer aufgelöst wird; das schon für sich aufgelöste Zink trägt hierzu nichts bei, und kann als unnütz verloren gelten, wenigstens in Bezug auf die galvanische Thätigkeit die man hervorzubringen wünscht. Es ergiebt sich hieraus, dass wir die Stärke der galvanischen Kraft messen können, indem wir das an der Kupferplatte gebildete Wasserstoffgas in Röhren oder Gefässen auffangen deren Inhalt uns bekannt ist. Man könnte eben so gut die Zinkplatte wiegen und sehen, wie viel sie in einer gegebenen Zeit verloren hat. Dieses Maass ist aber deshalb etwas ungewiss, weil, wenn auch die Zinkplatte amalgamirt ist, durch zufällige Umstände, dennoch eine geringe Menge Zink sich in den verdünnten Säuren auflösen könnte. Nimmt man aber statt der Säuren, Auflösungen von Salzen, z. B. von Kochsalz, Salmiak, Glaubersalz u. s. w., so wird eine Zinkplatte, wenn sie auch nicht

Digitized by Google

amalgamirt war, für sich nicht angegriffen werden, und nur dann einen Verlust erleiden, wenn sie mit Kupfer verbunden war. Der Verlust den sie alsdann erleidet wird daher zur Wasserstoffmenge, die sich von der Kupferplatte entwickelt oder zur galvanischen Kraft, im genauen Verhältnisse stehn.

2.

Wir haben oben gesagt, dass wir Zink und Kupfer nur beispielweise gewählt hätten. In der That aber kann man aus allen Metallen von verschiedener Beschaffenheit solche galvanische Verbindungen bilden, die aber eine mehr oder mindere Kraft entwickeln. Durch Versuche hat man gefunden, dass die Metalle hierbei eine gewisse Ordnung beobachten, welche durch folgende Reihe dargestellt ist, worin wir die gebräuchlichsten derselben angeführt haben:

Platina.
Gold.
Silber.
Quecksilber.
Kupfer.
Blei.
Zinn.
Eisen.
Zink.

Digitized by Google

Hierbei verhält sich im Allgemeinen jedes folgende Metall zu dem darüber stehenden, wie das Zink zum Kupfer, aber nur in Bezug auf die Art und Weise, keineswegs indessen in Bezug auf die Stärke der Wirkung, wo grosse Unterschiede Statt finden. Je weiter die Metalle in der Reihe von einander entfernt stehen, um desto grösser ist die galvanische Kraft die sie entwickeln. Eine galvanische Kette aus Platin und Zink ist daher stärker als eine aus Kupfer und Zink, diese wieder stärker als eine aus Blei und Zink u. s. w. Es kommt aber hierbei nicht auf die Anzahl der Zwischenglieder an, denn eine Kette aus Platin und Eisen ist viel schwächer als eine Kette aus Kupfer und Zink, obgleich dort 6 und hier nur 3 Zwischenglieder sind. Platin und Gold, oder Gold und Silber, oder Silber und Kupfer miteinander zur Kette verbunden geben nur eine sehr schwache Wirkung. Noch muss ich erwähnen, dass bei Anwendung von manchen Flüssigkeiten das Verhalten dieser verschiedenen Metalle gegen einander bisweilen abgeändert wird, indessen sind das nur Ausnahmefälle, die hier nicht weiter in Betracht kommen.

Ausser diesen angeführten Metallen giebt es noch andere Substanzen, welche in Bezug auf ihr galvanisches Verhalten merkwürdig sind. Von diesen allen aber haben das meiste practische Interesse, die Kohle und der Graphit, welcher letztere ebenfalls nur als eine Kohle von besonderer Beschaffenheit betrachtet werden kann, die gewöhnlich noch

Digitized by Google

etwas Eisen enthält. Diese beiden Substanzen, stehen noch über dem Platin, so dass eine Kette aus Graphit in Verbindung mit Zink, zu den stärksten gehört die man kennt.

Bei dieser Gelegenheit will ich mich an meine Leser aus der industriellen Classe mit einer Bitte wenden. Sie sehen an dem Inhalte dieses Buches von Neuem, dass Ihnen die Wissenschaft recht erspriessliche Dienste zu leisten im Stande ist, und dass sie gewöhnlich dieses auf eine uneigennützige Weise thut; sie erwartet aber auch von Ihnen, dass Sie keine Gelegenheit vorüber gehen lassen, ihr wiederum nützlich und förderlich zu sein. Sie nützen und fördern in der That hierdurch zugleich Ihr eigenes Beste oder das Beste Ihrer Mitbürger. Ich habe so eben der vortrefflichen Eigenchaften des Graphits in galvanischer Beziehung erwähnt. Es ist aber schwer, sich diese Substanz in grössern Massen oder Platten zu verschaffen, überhaupt sie auf eine künstliche Weise zu produciren. Indessen bildet sich der Graphit gelegentlich beim Eisenschmelzen im Hochofen und findet sich im Gusseisen eingesprengt, das wie bekannt ebenfalls eine Verbindung von Eisen und Kohle, aber in andern Verhältnissen ist. Nun machen es aber andere Versuche höchst wahrscheinlich, dass sich eine Art Gusseisen finden liesse, worin die Kohle in grösserer Menge enthalten wäre als in dem gewöhnlichen, und dadurch dem Eisen Eigenchaften ertheilte, die es in galvanischer Beziehung, dem Platin ähnlich machten. Ein sol-

Digitized by Google

ches Gusseisen wäre vielleicht, seines grössern Kohlengehaltes wegen, zu manchen Gegenständen weniger brauchbar; zu galvanischen Apparaten, bedürfte es aber keiner besondern Festigkeit, weil es keiner grossen Gewalt zu widerstehen brauchte. Es dürfte nur eben einen solchen Zusammenhalt haben, dass sich Platten oder etwa cylindrische Gefässe daraus giessen liessen. Vorzüglich müsste es aber die Eigenschaft haben, dass es eben so wenig wie der Graphit von concentrirter oder verdünnter Salpeter- oder Schwefelsäure angegriffen würde. Man könnte den beabsichtigten Zweck vielleicht durch eine Art Cæmentation, oder durch ein Umschmelzen des Gusseisens mit noch mehr Kohle in geschlossenen Gefässen erreichen. Für einen Chemiker oder Physiker hätte es sehr viele Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten solche Versuche im Laboratorio anzustellen; auf Eisenhütten, wo alles hiezu bereit ist, wäre es aber eine Kleinigkeit, die nur den guten Willen des Hüttenbesitzers oder des dirigirenden Beamten in Anspruch nähme. Sollte daher irgend jemand sich für diesen Gegenstand thatsächlich interessiren, und es ihm gelingen eine Mischung von Eisen und Kohle herzustellen, die zu galvanischen Zwecken brauchbar wäre, so wäre es mir lieb Proben hiervon zu erhalten, um sie auch meinerseits einer gehörigen Prüfung zu unterwerfen.

Was das galvanische Verhalten der Metallgemische oder Legirungen betrifft, so kann man darüber noch keine all-

Digitized by Google

gemeine Regeln aufstellen, weil bis jetzt noch zu wenig Versuche in dieser Beziehung angestellt worden sind; indessen muss doch erwähnt werden, dass die Legirungen nicht immer eine Stelle einnehmen, die zwischen den Metallen liegt woraus sie bestehen, sondern dass sie häufig höher oder niedriger in der Reihe zu stehen kommen. Dieses ist z. B. der Fall mit dem Messing, welches sich meistens entweder eben so gut, oder noch besser als Kupfer in der galvanischen Reihe verhält. Auf der andern Seite ist wieder das Zinkamalgam oder eine Verbindung von Zink und Quecksilber, noch besser als Zink, obgleich das Quecksilber sehr hoch in der Reihe steht. Noch besser aber habe ich eine Verbindung von 38 Theilen Quecksilber 22 Theilen Zinn und 12 Theilen Zink gefunden; jedoch haben solche Legirungen worin zu viel Quecksilber vorkommt, wieder den Nachtheil, dass sie ausserordentlich brüchig sind und wenig Zusammenhalt haben.

3.

Zu den wesentlichen Umständen, welche auf die Stärke der galvanischen Ketten von Einfluss sind, gehören.

1. Die Grösse oder Oberfläche der Platten.

2. Die Entfernung in welcher sie sich in der Flüssigkeit von einander befinden.

Digitized by Google

3. Die Stärke und Beschaffenheit der angewandten Säuren oder Salzauflösungen.

4. Die Beschaffenheit und die Länge und Dicke der Leitung wodurch die Kupfer- und die Zinkplatten mit einander verbunden werden.

5. Die Anzahl der Plattenpaare, die zu einer ganzen Batterie combinirt werden.

Ehe wir aber diese Umstände besonders betrachten, wollen wir noch einiges anführen über die verschiedenen Erscheinungen, wodurch sich die galvanische Kraft äussert. Nach dem, was bisher gesagt worden, wissen wir weiter nichts, als dass der galvanische Process sich dadurch äussert, dass das Wasser der Flüssigkeit, worin die beiden verschiedenen Metallplatten tauchen, in der Art zersetzt wird, dass das Wasserstoffgas sich an der Kupferplatte oder an der Platte entwickelt, welche ihre Stelle vertritt; die Zinkplatte, oder die ihr enstprechende aber aufgelöst wird; dass ferner diese Wirkung nur dann vor sich geht, wenn die beiden Metallplatten unmittelbar oder durch eine metallische Leitung, welche gewöhnlich *Schliessungsdrath* oder *Schliessungsbogen* genannt wird, verbunden werden. Sobald die Verbindung an irgend einer Stelle unterbrochen wird, hört auch alle Wirkung auf.

Da nun die ununterbrochene Leitung von einer Platte zur andern die erste Bedingung der galvanischen Thätigkeit ist, so ist es nothwendig einige Worte hierüber zu sagen.

Digitized by Google

Vorläufig wollen wir annehmen, dass diese Leitung durchweg metallisch sei. Als solche ist es gestattet, dass sie aus verschiedenen Drathenden oder Streifen bestehen dürfe, die verschiedene Dimensionen haben, ja sogar von verschiedenen Metallen sein können; vorausgesetzt nur, dass sie recht innig metallisch mit einander verbunden sind. Dieses geschieht gewöhnlich durch Löthung, häufig ist es aber genug die Enden, nachdem sie vorher blank gemacht worden, tüchtig zusammen zu drehen oder zusammen zu nieten. Will man die Verbindungen so einrichten, dass sie leicht gelöst und auseinander genommen werden können, so kann man sich auch der Klemmschrauben oder kleiner Gefässe bedienen, die mit Quecksilber gefüllt sind, und worin man die mit einander zu verbindenden Drathenden gemeinschaftlich taucht. Diese Gefässe können von beliebiger Grösse und Gestalt, von hartem Holze, Glas, ja sogar von Pappe sein. Will man sie von Metall machen, so wähle man dazu nur Kupfer oder Eisen; Messing, wird mit der Zeit durch das Quecksilber angegriffen, Blei und Zinn werden in kurzer Zeit zerstört. Deshalb dürfen solche Gefässe auch nicht mit Zinn, sondern müssen hart gelöthet werden. Fig. 2 ist ein Quecksilbergefäss, das unmittelbar an einen Drath festgeschraubt werden kann, der an einer Platte des galvanischen Apparates angelöthet ist. Die Figur bedarf keiner weitern Erklärung, eben so wenig die Fig. 3, 4, 5, 6, wo 3 eine einfache, an einem Drathe angelöthete, die andern aber eine

Digitized by Google

doppelte Klemmschraube ist. Zu breiten Streifen ist die Klemmschraube Fig. 7 zu empfehlen; *a b* ist ein messingenes oder kupfernes Plättchen, das in der Mitte den mit Schraubengewinden versehenen Stift trägt. Der Streifen *e f* wird mit einem Loche oder Einschnitt versehen aufgesteckt und dann mit der Schraubenmutter festgeklemmt. Von diesen Vorrichtungen ist es rathsam eine gewisse Anzahl vorräthig zu haben, und was die Klemmschrauben betrift, mehrere von verschiedenen Durchbohrungen, damit man Dräthe von verschiedenen Dimensionen einklemmen könne; auch müssen die Schrauben geränderte Köpfe und keine Einschnitte haben, damit man nicht erst eines Schraubenziehers bedarf, um sie fest und bequem anzuziehen. Uebrigens sind die Abbildungen in natürlicher Grösse.

Indem ich auf die Fig. 1 verweise, welche eine einfache geschlossene galvanische Kette darstellt, will ich noch bemerken, dass wir uns vorstellen, die galvanische Thätigkeit bestehe in einer beständigen Strömung der Electricität, welche von der Zinkplatte ausgeht, durch die Flüssigkeit zur Kupferplatte übergeht und von derselben durch den Leitungsdrath wieder zur Zinkplatte zurückkehrt. Die kleinen Pfeile in der Zeichnung, bezeichnen die Richtung dieser Strömung, auch werden wir uns künftig öfters des Ausdrucks: *galvanischer* oder *electrischer Strom* bedienen. An dieser geschlossenen Kette haben wir bis jetzt nichts anders wahrgenommen, als dass an der Kupferplatte eine Gas-

Digitized by Google

entwicklung Statt findet, die Zinkplatte auch ohne Brausen aufgelöst wird, und dass jede Wirkung augenblicklich aufhört, sobald die Kette unterbrochen oder einer der Drähte aus den Quecksilbergefässen herausgehoben wird, worin man sie gewöhnlich der Verbindung wegen taucht. Aber wir können noch andere merkwürdige Wirkungen an dieser geschlossenen Kette wahrnehmen.

Die meisten meiner Leser werden wissen, dass eine auf einer Spitze frei schwebende oder an einen Faden aufgehängte Magnetnadel sich nahe zu nach Norden und Süden richtet. Denken wir uns nun dass der Schliessungsdrath, (fig. 8) welcher die Zink- und Kupferplatte mit einander verbindet, nach der Richtung der Magnetnadel ausgespannt sei, so werden wir sehen, dass sobald die Kette geschlossen wird, die Magnetnadel von ihrer frühern Richtung abweicht, sich aber sogleich wieder einstellt, wenn die Kette geöffnet wird. Die Richtung dieser Abweichung ist verschieden, je nachdem die Nadel sich über oder unter dem Drathe befindet, desgleichen je nachdem der Strom von Nord nach Süd oder entgegengesetzt geht. Die Fig. 9, 10, 11, 12 erläutern die Art und Weise dieser Abweichung hinlänglich und es ist weiter nichts hinzuzufügen, als dass in Fig. 9 und 10 der Drath sich über und in Fig. 11 und 12 sich unter der Nadel befindet.

Je stärker die galvanische Kraft wirkt, oder je grösser die Kraft des Stromes ist, um desto grösser ist auch die

Digitized by Google

Kraft, welche die Nadel von ihrer sonstigen Richtung ablenkt; sie steht im genauen Verhältnisse zur Wasserstoffmenge, welche man in einer gegebenen Zeit erhält, oder zur Zinkmenge, die sich in einer gegebenen Zeit auflöst. Die Magnetnadel ist daher ein köstliches Werkzeug, um sich sogleich von der Thätigkeit der Kette durch den blossen Anblick zu überzeugen. Wir werden sie später hauptsächlich zu diesem Zwecke gebrauchen, für jetzt aber können wir uns bei diesen höchst merkwürdigen Erscheinungen, welche wir die *electromagnetischen* nennen, nicht weiter aufhalten.

Eine zweite Wahrnehmung, die wir an dem Schliessungsdrathe machen, ist die Erwärmung, welche Statt findet sobald er in den Kreis der galvanischen Thätigkeit tritt. Diese Erwärmung wird um so stärker, je kräftiger der Strom ist; zugleich hängt sie aber auch von dem Schliessungsdrathe selbst und dem Metalle ab, woraus er besteht. Die Umstände, die hierbei vorwalten, sind ziemlich verwickelt, und wir können hier nur anführen, dass unter den gewöhnlichen Metallen ein Drath von Platin sich am meisten erwärmt, und wenn er nicht zu lang und zu dick ist, am leichtesten in's Glühen geräth, ja sogar schmilzt. Wenn man daher eine Kette durch einen dünnen Platindrath schliesst, so kann man sich durch den Grad des Glühens ebenfalls von der grössern oder geringeren Wirksamkeit der Kette überzeugen, jedoch nicht mit der Genauigkeit, wie es bei der Magnetnadel der Fall ist. Fig. 13 stellt eine

Digitized by Google

solche Einrichtung dar, die keinern weitern Erklärung bedarf, als dass zwei starke mit Baumwolle oder Seide besponnene Kupferdräthe durch einen sehr feinen, etwa $\frac{1}{2}''$ langen Platindrath verbunden sind, und dass wenn man sich dieser Vorrichtung als eines Probedrathes bedienen will, die blank gefeilten Enden x, y auf irgend eine Weise entweder unmittelbar oder durch eine Leitung mit den Platten des galvanischen Apparates in Verbindung gesetzt werden. Ich will noch bemerken, dass es vortheilhaft ist mehrere solche Probedräthe von verschiedener Länge und Dicke vorräthig zu haben, wovon jeder für eine bestimmte Grösse der Batterie abgepasst ist, und durch sein Glühen anzeigt, ob dieselbe in gehöriger Wirksamkeit ist.

Durch den galvanischen Strom kann endlich auch noch eine chemische Thätigkeit ausgeübt werden. Hiervon werden wir später am ausführlichsten handeln, weil sie die Grundlage der nützlichen Anwendung bildet, welche den Gegenstand dieser Schrift ausmacht.

4.

Wir haben uns oben die galvanische Thätigkeit unter dem Bilde eines Stromes gedacht, der in ununterbrochenem Kreislaufe von Zink durch die Flüssigkeit zum Kupfer und durch den Leitungsdrath zurück zum Zink begriffen ist. Die Kraft welche diesen Strom in Bewegung setzt, hängt

Digitized by Google

von der Beschaffenheit der thätigen Metalle ab, aus welchen die Kette besteht und die, wie wir oben (art. 2) gesehen haben, am stärksten ist, je weiter die Metalle in der Reihe von einander abstehen. Auf ihrem Wege erfährt nun diese Kraft gewisse Hindernisse, oder, wie man gewöhnlich sagt, *Leitungswiderstände*, welche die Stärke des Stromes schwächen. Verfolgen wir den Strom auf seiner Bahn, so findet er den *ersten* Widerstand da, wo er von der Zinkplatte in die Flüssigkeit übergeht, einen *zweiten* setzt ihm die Flüssigkeit selbst entgegen, einen *dritten* erfährt er, wenn er von der Flüssigkeit zur Kupferplatte übergeht, und den *vierten* endlich durch den metallischen Schliessungsdrath selbst. Alle diese Leitungswiderstände kann man auf eine gemeinschaftliche Einheit bringen und dann zusammen addiren, wodurch man das, durch viele Erfahrungen und Beobachtungen ausgemittelte Hauptgesetz erhält, *dass die Stärke des Stromes sich immer umgekehrt wie die Summe dieser Widerstände verhält;* wenn also diese Summe sich verdoppelt, so wird man nur eine halb so starke, wenn sie sich aber zur Hälfte verringert, eine doppelt so starke Wirkung erhalten. Die Bestimmung dieser einzelnen Widerstände ist zwar sehr schwierig, indessen braucht man in practischer Beziehung nur so viel darüber zu erfahren, um eine allgemeine Uebersicht zu gewinnen.

Folgendes ist durch die bisherigen Erfahrungen als Regel festgestellt worden:

Digitized by Google

1) Die beiden Widerstände des Uebergangs werden in demselben Verhältnisse geringer, als die Oberfläche der Platten grösser wird.

2) Der Widerstand der Leitungsflüssigkeit, ist in demselben Verhältnisse grösser, je weiter die Platten von einander abstehen, und desto geringer, je grösser der Querschnitt der Flüssigkeit ist. Auch hängt dieser Widerstand von der Beschaffenheit der Leitungsflüssigkeit ab, und ist im Allgemeinen um desto geringer, je concentrirter die Säuren oder Salzauflösungen werden, die man zur Ladung verwendet.

3) Der Widerstand des Schliessungsdrathes hängt ebenfalls von dem Metalle ab, aus welchem derselbe besteht, und *verhält sich übrigens wie die Länge und umgekehrt wie der Querschnitt des Drathes oder Streifens.*

Wir sehen also, dass wir die Kraft eines einzelnen Plattenpaares nur dadurch verstärken können, dass wir die Widerstände verringern; und das kann wieder nur geschehen, indem wir dem Schliessungsdrathe bei gleicher Länge mehr Masse geben, die Platten vergrössern, und näher an einander bringen oder endlich die Ladung verstärken. Mit den beiden letztern erreicht man bald gewisse Gränzen, denn die Platten dürfen sich nicht unmittelbar in der Flüssigkeit berühren; auch ist es aus andern Gründen nicht zweckmässig sie näher als auf $\frac{1}{4}''$ Entfernung zu bringen; eben so hat eine allzustarke Ladung manche an-

Digitized by Google

dere Unannehmlichkeiten; so z. B. cristallisiren die Salzauflösungen zu leicht, wenn sie zu gesättigt sind, wodurch die Wirkung geschwächt wird; bedient man sich der concentrirten Schwefelsäure, so erhält man beinah gar keine Wirkung, eine viel stärkere aber wenn man die concentrirte Säure noch mit ihrem 4 bis 5 fachen Maasse Wasser verdünnt u. s. w. u. s. w. Das beste Mittel die Kraft zu verstärken, bleibt daher die Vergrösserung der Platten, wenn nämlich der Widerstand des Leitungsdrathes nicht zu gross ist. Wir wollen das Gesagte durch ein Beispiel erläutern. Gesetzt bei einem einfachen Plattenpaare von 1 □ Zoll Oberfläche aus Kupfer und Zink, würde die Kraft welche den Strom in Bewegung setzt durch die Zahl 1 ausgedrückt, die Widerstände in dem Plattenpaare selbst, seien gleich dem Widerstande eines Kupferdraths von 4000 Fuss Länge und $\frac{1}{10}$'' Dicke; ausserdem sei diese einfache Kette geschlossen durch einen Leitungsdrath von 1000 Fuss Länge und ebenfalls $\frac{1}{10}$'' Dicke: die Kraft eines solchen Plattenpaares wird sich daher verhalten wie der Bruch $\frac{1}{4000+1000} = \frac{1}{5000}$. Gesetzt nun, man verringerte die Länge des Leitungsdrathes, um dadurch die Kraft zu verstärken, bis auf 1 Fuss, so würde man $\frac{1}{4001}$, und wenn man ihn noch mehr verkürzte oder etwa die Platten von Zink und Kupfer an einer Stelle unmittelbar zusammenlöthete, endlich $\frac{1}{4000}$ erhalten. Durch Verkürzung des Leitungsdrathes liesse sich also die Kraft in diesem Falle nur von $\frac{1}{5000}$ auf $\frac{1}{4000}$ bringen oder um

Digitized by Google

den 4ten Theil vermehren. Vergrösserte man die Plattenpaare und nähme Platten die 10″ Seite also 100 □ Zoll Oberfläche haben, so erhielte man für die Kraft $\frac{1}{40+1000} = \frac{1}{1040}$'. Hätten die Platten 20 Zoll Seite oder 400 □ Z. Oberfläche, so erhielte man $\frac{1}{1010}$, bei 80 Zoll Seite oder 6400 □ Z. Oberfläche aber $\frac{1}{1000+\frac{6}{10}}$ oder nahe zu $\frac{1}{1000}$. Wir ersehen also hieraus, dass sich durch immer zunehmende Vergrösserung der Oberfläche, die Kraft höchstens bis auf $\frac{1}{1000}$, also auf das 5 fache steigern lässt. Um die Stärke des Stromes zu vermehren, muss daher nicht nur die Oberfläche vergrössert, sondern zugleich auch der Drath verkürzt werden; so würden wir z. B. einen 100 fachen Strom erhalten durch 10 zöllige Platten und einen Leitungsdrath von 10 Fuss Länge, einen 400 fachen durch 20 zöllige Platten und $2\frac{1}{2}$' Drath u. s. w. Wird endlich der Drath ganz kurz so steigt die Kraft beinahe eben so wie die Oberfläche der Platten. Man muss sich daher nicht wundern wenn man bei einem langen und dünnen Schliessungsdrathe durch Vergrösserung der Platten, beinahe gar keine Verstärkung der Wirkung erhält. Machten es aber gewisse Umstände nöthig, dass der Drath durchaus 1000 Fuss Länge haben müsste, so konnte man z. B. eine 100 fache Verstärkung, nur durch 10 zöllige Platten und dadurch erhalten, dass man die Kette durch 100 solcher Dräthe neben einander oder durch einen Drath von 1000 Fuss Länge und 1 Zoll Dicke schlösse.

Digitized by Google

5.

Hat man mehrere einzelne Plattenpaare, so kann man sie auf verschiedene Weise mit einander verbinden. Zuvörderst muss bemerkt werden, dass wenn man alle gleichnamige Platten, also alle Zink und alle Kupferplatten mit einander vereinigt: *die Wirkung ganz eben so ist, als hätte man nur ein Plattenpaar von um so vielfach grösserer Oberfläche als Platten mit einander verbunden sind.* Einen ganz andern Effect aber erhält man, wenn man die Kupferplatte des ersten Plattenpaares mit der Zinkplatte des zweiten, das Kupfer des zweiten mit dem Zink des dritten u. s. w., und am Ende die freigebliebene Zinkplatte des ersten Plattenpaares mit der freigebliebenen Kupferplatte des letzten Paares durch den Schliessungsdrath verbindet. Die Fig. 14 zeigt die Verbindung aller Plattenpaare *neben einander*, und die Fig. 19 die Verbindung derselben *hintereinander* Auch verweisen wir auf die Fig. 15 bis 18, um an einem Beispiele von 12 Plattenpaaren zu zeigen, wie man die Verbindungen noch auf andere Weise einrichten könne und zwar ist

Fig. 14 die Verbind. als 1 Plattenp. v. 12 facher Oberfl.
— 15 — — — 2 — — 6 — —
— 16 — — — 3 — — 4 — —
— 17 — — — 4 — — 3 — —
— 18 — — — 6 — — 2 — —
— 19 — — —12 — — 1 — —

Digitized by Google

Die Wirkung dieser verschiedenen Anordnungen geht nun aus folgendem Gesetze hervor: *Bei der Verbindung einer Anzahl einzelner Plattenpaare hintereinander, wird* 1) *die Kraft welche den Strom in Bewegung setzt und* 2) *der Leitungswiderstand der Platten selbst, im Verhältniss ihrer Anzahl vervielfacht.* Wir würden daher um das obige Beispiel beizubehalten folgende Wirkungen erhalten

Fig. 14. $\frac{1}{\frac{4000}{12}+1000} = \frac{1}{1333}$

15. $\frac{2}{2\cdot\frac{4000}{6}+1000} = \frac{1}{1167}$

16. $\frac{3}{3\cdot\frac{4000}{4}+1000} = \frac{1}{1333}$

17. $\frac{4}{4\cdot\frac{4000}{3}+1000} = \frac{1}{1583}$

18. $\frac{6}{6\cdot\frac{4000}{2}+1000} = \frac{1}{3000}$

19. $\frac{12}{12\cdot 4000+4000} = \frac{1}{4083}$

Wir sehen also hieraus, dass man bei einem Leitungsdrathe von 1000 Fuss Länge, die stärkste Wirkung erhält, wenn man die Platten zu 6 Paaren neben einander verbindet, oder was dasselbe ist, wenn man zwei Plattenpaare jedes von 6 Quadratzoll hinter einander vereinigte. Für verschiedene Drathlängen würde die Verbindung natürlich auch anders eingerichtet werden müssen. Hätte man

Digitized by Google

z. B. einen Schliessungsdrath von 12,000 Fuss Länge, so erhielte man die stärkste Wirkung nach Fig. 18, wo 6 Plattenpaare von doppelter Oberfläche hintereinander verbunden sind. Gewöhnlich kann man die Verbindung, welche den grössten Effect giebt, nur durch Versuche erfahren; berechnet man sie aber, so findet man: *dass die Anordnung die vortheilhafteste ist, bei welcher der Leitungswiderstand der Batterie, entweder genau oder nahezu so gross ist, als der Leitungswiderstand des Schliessungsdrathes.* Es folgt hieraus die practische Regel, dass wenn man eine Batterie haben will, die zu verschiedenartigen Zwecken gebraucht werden soll, man eine solche Anzahl von Plattenpaaren wählen müsse, in welcher recht viele andere Zahlen aufgehen oder die sich in recht viele Factoren zerfällen lässt. Hat man z. B. 72 Plattenpaare, so kann man daraus 12 in ihrer Wirkung ganz verschiedene Batterien bilden.

Obgleich die zu der Galvanoplastik dienenden Apparate keine langen Dräthe nothwendig machen, so will ich doch hinzufügen, dass da, wie wir oben gesagt haben, der Leitungswiderstand der Dräthe sich wie ihre Länge, und umgekehrt, wie ihre Dicke verhält: *alle solche Dräthe oder Streifen einen gleichen Einfluss auf die Stärke des galvanischen Stromes ausüben, bei denen man gleiche Zahlen erhält, wenn man ihre Länge durch ihren Querschnitt dividirt* oder, was auf eins herauskommt, *wenn man ihre Längen mit sich selbst multiplicirt, und durch das Gewicht*

Digitized by Google

des Drathes dividirt. Will man daher, ohne Vergrösserung der Batterie, dieselbe Wirkung bei einem Schliessungsbogen von doppelter Länge erhalten, so braucht man dazu 4 mal so viel Drath, dem Gewichte nach.

Wir haben oben erwähnt, dass auch die Beschaffenheit der Metalle einen Einfluss ausübt. Dieses kommt daher, dass die verschiedenen Metalle, dem Durchgange der Electricität einen grössern oder geringern Widerstand entgegensetzen. In der folgenden kleinen Tabelle sind nach den zu Grunde gelegten vortrefflichen Untersuchungen des Herrn Akademiker *Lenz*, die Zahlen zusammengestellt, welche die Leitungswiderstände der am meisten gebräuchlichen Metalle ausdrücken.

Silber	9.
Kupfer	12.
Gold	15.
Zinn	36.
Messing	40.
Eisen	66.
Blei	80.
Platin	84.

Will man daher Dräthe von verschiedenen Metallen mit einander vergleichen, so muss man ihre Längen mit den Zahlen multipliciren, die ihre Leitungswiderstände ausdrücken und durch ihren Querschnitt dividiren. So haben also *kupferne* und *eiserne* Streifen, bei gleicher Länge und

Digitized by Google

Breite, nur dann einen gleichen Einfluss auf die Stärke des Stromes, wenn letztere $5\frac{1}{2}$ mal so dick sind als die erstern. Es ist hier aber zu bemerken, dass da für unsere Zwecke, der Schliessungsbogen nie sehr lang ist, auf die Wahl des Metalls, das man zur Verbindung nimmt, wenig ankommt. Hat man kein Kupfer, so kann man auch Messing oder Blei oder Zinn nehmen; Eisen ist nicht rathsam, weil es leicht rostet und andere Nachtheile herbeiführen kann.

6.

Die *Galvanoplastik* beruht auf der bekannten aber merkwürdigen Eigenschaft der electrischen Ströme, beinahe alle zusammengesetzten Stoffe in ihre Bestandtheile zu zerlegen, besonders aber die Metalle aus ihren Auflösungen oder Verbindungen wieder herzustellen oder zu *reduciren.* Diese Eigenschaft kannte man schon seit dem Anfange dieses Jahrhunderts; obgleich aber höchst wichtige wissenschaftliche Resultate daraus hervorgegangen waren, so hatte man doch dem Aggregatzustande, in welchem sich die Metalle reduciren, nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Gewöhnlich erhielt man sie in Pulverform, in grössern oder kleinern Krystallen, in Blättern, oder im günstigsten Falle in Knollen oder warzenartig zusammengewachsenen Massen. Der Zufall schien hierbei sein Spiel

Digitized by Google

zu treiben, oder vielmehr man kannte die verwickelten Gesetze dieser Bildungen noch nicht vollständig. Auch jetzt ist dieser Gegenstand noch nicht erschöpft, aber wenigstens so weit gediehen, dass man die Bedingungen kennt, unter welchen das *Kupfer* sich aus seinen Auflösungen unmittelbar zu regelmässigen cohärenten Platten reduciren oder sich nach vorher bestimmten Formen bilden lässt.

Ich will zuvörderst bemerken, dass die galvanischen Apparate, welche ich in dem Vorhergehenden ihrem Principe nach beschrieben habe und bei welchen Zink, Kupfer und eine Säure angewendet wird, zu technischen oder zu vielen wissenschaftlichen Zwecken, deshalb nicht angewendet werden können, weil sie in ihrer Wirksamkeit sehr veränderlich sind und ihre Kraft schon nach kurzem Gebrauche bedeutend abnimmt. Um diesem Uebelstande zu begegnen, sind in neuerer Zeit galvanische Apparate in Gebrauch gekommen, bei denen die beiden verschiedenen Metalle nicht in einer und derselben, sondern in zwei verschiedenen Flüssigkeiten tauchen, die von einander durch eine poröse Scheidewand getrennt sind, welche dem electrischen Strome einen Durchgang gestattet. Die Einrichtung eines solchen Apparates ergiebt sich aus Fig. 20, wo *a b c d* ein Behälter, welcher durch die poröse Scheidewand *e f* in zwei Zellen getheilt ist. Die eine Zelle, die mit einer verdünnten Säure oder einer Salzauflösung gefüllt ist, enthällt die Zinkplatte *Z*, die andere aber, worin sich die

Digitized by Google

Kupferplatte *K* befindet, eine Auflösung von Kupfervitriol oder sonst einem Kupfersalze. Beide Platten werden durch eine Leitung verbunden und bilden so eine galvanische Kette.

Wir erinnern uns aus dem Frühern, dass bei den gewöhnlichen Apparaten, sich Wasserstoffgas an der Kupferplatte entwickelt, und das Zink in der Säure aufgelöst wird, sobald man die Kette schliesst. Die Auflösung des Zinks findet auch bei den neuen Apparaten statt; das Wasserstoffgas aber, wird nicht frei, sondern dazu verwendet, das Kupfer in metallischer Gestalt aus seinen Auflösungen wieder herzustellen, und an der Oberfläche der Kupferplatte zu reduciren. Die auf solche Weise construirten Apparate haben den grossen Vorzug, in ihrer Wirkung ungleich beständiger zu sein als die gewöhnlichen, und Tage- und Wochenlang in ununterbrochener Thätigkeit erhalten werden zu können; im übrigen aber finden bei ihnen dieselben Gesetze statt, welche wir früher erörtert haben. Im Jahre 1837 hatte ich noch in Dorpat, mit einem nach ähnlichen Grundsätzen angefertigten Apparate, Versuche über die Stärke und Beständigkeit der auf solche Weise hervorgebrachten galvanischen Ströme angestellt und mehrere Tage hindurch fortgesetzt. Statt der Kupferplatte hatte ich mich eines Kupfercylinders bedient, der mit thierischer Blase umgeben war, um die Flüssigkeiten von einander zu trennen. Da diese durch den Gebrauch be-

Digitized by Google

schädigt worden war, und ausgewechselt werden sollte, so gab dieses Veranlassung, die Form in welcher sich das Kupfer reducirt hatte zu untersuchen. Das Kupfer fand sich an der Oberfläche des Cylinders und im innern der Blase, wie zu vermuthen war, theils als Staub theils in grössern oder geringern Körnern von crystallinischer Textur reducirt, die unter sich aber nicht den geringsten Zusammenhang darboten. Nachdem diese Körner u s. w. entfernt worden waren und dieses an einigen Stellen mit einer gewissen Gewalt geschehen musste, fand sich, dass der Kupfercylinder sich mit einer Schicht reducirten Kupfers bedeckt hatte, die sich zu meiner Verwunderung in grössern zusammenhängenden Blättern ablösen liess. Von einer solchen regelmässigen Bildung des reducirten Kupfers war noch nirgends Erwähnung geschehen; denn schon die Erzeugung metallischer Körner hatte man für höchst interessant gehalten. Ich muss gestehen, dass ich später nicht wenig erstaunte, als ich zugleich bemerkte, dass einige feine Feilstriche und Hammerschläge die auf der Oberfläche des Kupfercylinders sichtbar waren sich mit der grössten Genauigkeit auf den abgelösten Kupferblättern abgebildet hatten. Diese merkwürdige Erscheinung war ein Beweiss der grossen Gesetzmässigkeit, mit welcher die Reduction des Kupfers vor sich gehen könne, und welche nach den anderweitigen unregelmässigen Bildungen welche man erhalten hatte, nicht zu erwarten gewesen war.

Digitized by Google

Dass die reducirten Blätter einen gewissen Zusammenhang und eine gewisse Festigkeit besassen, liess hoffen, dass man ihnen, durch ein zweckmässiges Verfahren, diese Eigenschaften in noch höherem Grade ertheilen könne; dass endlich diese, auf nassem Wege gebildeten Platten sich von der Oberfläche des Cylinders loslösen liessen, eröffnete die Aussicht dass aus der galvanischen Reduction des Kupfers zugleich ein practisches Resultat hervorgehen könne. Wie und durch wie vielfache Versuche sich diese Erwartungen bestätigt haben; wie im Verlaufe der Arbeiten noch weit darüber hinaus gegangen worden ist, kann hier nicht erwähnt werden, da bloss die Beschreibung des Verfahrens und der Methoden gegeben werden soll, welche sich bis jetzt am zweckmässigsten bewährt haben.

7.

Es handelt sich also darum, festes und cohärentes Kupfer unmittelbar aus seinen Auflösungen, also auf nassem Wege, durch den galvanischen Strom zu reduciren. Zu diesem Ende bediene man sich eines, dem früher beschriebenen ähnlichen Apparates (Fig. 21), wo *a b c d* ein hölzerner Behälter ist, der aber vollkommen wasserdicht und ausserdem noch durch einen Asphaltkitt oder durch einen Pechüberzug vor dem Angriffe der Säure geschützt sein muss. In die Seitenwände dieses Kastens, die zu diesem Ende zwei Furchen haben können,

Digitized by Google

wird eine Platte *ef* von schwach gebranntem und unglasirten Thon oder Porcellan so dicht eingekittet, dass die beiden Abtheilungen, welche dadurch gebildet werden, nicht mit einander communiciren. Die Beschaffenheit dieser Scheidewand muss von der Art sein, dass sie dem electrischen Strome zwar einen freien Durchgang, den beiden Flüssigkeiten, welche sie zu trennen bestimmt ist, aber nur eine sehr allmählige Vereinigung gestattet. Eben so muss darauf Rücksicht genommen werden, dass sie durch die Flüssigkeiten nicht aufgelösst oder sonst zerstört wird. Ich hatte früher viel Mühe mir solche Platten zu verschaffen, welche, so wie alle später zu beschreibenden Gefässe, aber gegenwärtig in der *Güntherschen Steingutfabrik* hierselbst von vorzüglicher Güte angefertigt werden. Ich mache darauf aufmerksam, dass mich einige Versuche gelehrt haben, man könne statt der thönernen Scheidewände auch welche aus Lindenholz oder andern weichen Holzarten anwenden; da ich aber diese Versuche nicht andauernd fortgesetzt habe, so weiss ich nicht, ob nicht andere Nachtheile mit dem Gebrauche des Holzes verbunden sind. Das Holz war vorher wenigstens eine Stunde lang in Wasser ausgekocht worden, welchem man etwas Schwefelsäure hinzugethan hatte. Als Flüssigkeit in der Kupferzelle bediene ich mich einer Auflösung von Kupfervitriol, welche so gesättigt wie möglich und also am besten heiss bereitet sein muss. Da aber im Verlaufe der Wirkung, das Kupfer

Digitized by Google

aus der Auflösung reducirt, dieselbe also schwächer werden muss, so ist es nöthig den vollen Sättigungsgrad, auf den es sehr ankömmt, durch einen angemessenen Vorrath kleingestossener Kupfervitriolcrystalle zu erhalten, welche das ausgeschiedene Kupfer immer wieder ersetzen. Zu diesem Ende kann man sich eines, aus dünnen Brettchen bestehenden Kästchens *g h* bedienen, dessen Boden- und Seitenwände mit Löchern durchbohrt sind, und welches von den obern Schichten der Flüssigkeit bespült wird, die immer weniger gesättigt sind, als die untern.

Zu der Flüssigkeit in der Zinkzelle bedient man sich der Schwefelsäure, oder einer Auflösung von Salmiak, Kochsalz, Glaubersalz u. s. w. Jedenfalls ist es gut die Zinkplatte zu amalgamiren, obgleich dieses bei der Anwendung von Neutralsalzen weniger nöthig ist. Diese Flüssigkeit muss hin und wieder erneuert oder wenigstens mit Wasser verdünnt werden, da sie sich nach und nach durch die Auflösung des Zink zu sehr sättigt und am Ende crystallisirt. *i k l* und *m n o* sind zwei Röhren zum Ablassen der Flüssigkeiten; sie sind mit biegsamen Kautschuckgelenken versehen und zu solchen Zwecken besonders zu empfehlen.

Die Grösse des Behälters hängt natürlich hauptsächlich von der Grösse der Platten ab, indessen ist es gut, die Zellen nicht zu eng zu machen, weil bei Anwendung einer

Digitized by Google

grössern Masse von Flüssigkeit, die Wirkung gleichförmiger und beständiger ist. Auch hat eine grössere Länge des Kastens den Vorzug, dass man die Platten mehr oder weniger von einander entfernen und so die Wirkung leichter reguliren kann. Wir haben nämlich oben gesehen, dass die Stärke des galvanischen Stromes gemessen wird durch die Menge Wasserstoffgas, welche sich an der Kupferplatte entwickelt. Bei der gegenwärtigen Einrichtung hängt von der Stärke des Stromes, das Gewicht des Kupfers ab, das sich an der Kupferoberfläche reducirt, und der Flüssigkeit entnommen wird. Da diese aber, um eines guten Erfolges gewiss zu sein, immer vollkommen gesättigt erhalten werden muss, so sieht man, dass nicht mehr Kupfer reducirt werden darf, als durch die Auflösung der vorräthigen Krystalle möglicherweise in derselben Zeit wieder ersetzt werden kann, oder mit andern Worten, dass die Stärke des Stromes, mit Rücksicht auf die Oberfläche der Platten, zu der Auflösbarkeit des Kupfersalzes in einem bestimmten Verhältnisse stehen muss. Ein sehr bestimmtes Kennzeichen, ob der Reductionsprocess mit der gehörigen Regelmässigkeit vor sich gehe, ist die hellrothe Fleischfarbe des reducirten Kupfers, die nicht zu verkennen ist, wenn man sie einmal gesehen hat; sobald diese Farbe dunkler wird und in schmutzig braunroth übergeht, ist es ein Beweiss, dass die Kupferlösung nicht in der gehörigen Sättigung erhalten worden war. In diesem Falle muss man ge-

Digitized by Google

wöhnlich den Strom schwächen, was, wie wir oben gesehen haben, dadurch geschehen kann, dass man den Schliessungsdrath entweder verlängert oder bei gleicher Länge einen dünnern nimmt; dass man die Platten mehr von einander entfernt; dass man endlich die Zinkflüssigkeit mehr mit Wasser verdünnt. Welches von diesen Mitteln man gebraucht, ist in Bezug auf den Strom gleichgültig. In Bezug auf die Beständigkeit der Wirkung ist es aber vortheilhaft grössere Massen von Flüssigkeiten anzuwenden und die Platten mehr von einander zu entfernen. Durch Verdünnung der Zinkflüssigkeit, den Strom zu schwächen, ist am vortheilhaftesten, indem dadurch zugleich die geringe selbstständige Auflösung des Zinks noch mehr vermindert oder ganz vermieden wird. Obgleich nun das Kupfer desto fester und zäher wird, je langsamer die Reduction vor sich geht oder je schwächer der Strom ist, so giebt es doch hierin eine gewisse Gränze, bei welcher gar keine Reduction mehr vor sich geht; auch versteht es sich von selbst, dass hierbei auch der practische Zweck zu berücksichtigen ist, der es anderseits wieder wünschenswerth macht, den Process so viel wie möglich zu beschleunigen. Hierzu hat man keine Mittel, als den Inhalt des in der Kupferlösung tauchenden Vorrathsbehälters so gross zu machen, als es die Umstände gestatten, die Kupfercrystalle gehörig zu verkleinern, und, um eine schnellere Auflösung zu bewirken, die Unterstützung der Wärme anzuwenden. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass

Digitized by Google

es besser ist statt eines hölzernen Kastens, einen solchen aus Glas oder Porcellan zu haben; die Anwendung der Metalle zu diesem Zweck ist zwar nicht unmöglich, sie bedürfte aber mancher Vorsicht und wäre im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

Statt den Kasten durch eine feste Scheidewand in zwei Zellen zu theilen, kann man sich auch thönerner Gefässe bedienen, welche nach Umständen, rund oder viereckig sein können. In letztem Falle kann man dadurch drei Zellen erhalten, und einer Zinkplatte zwei Kupferplatten, oder einer Kupferplatte zwei Zinkplatten gegenüberstellen. Fig. 22 zeigt diese Anordnung wo *abcd* der Behälter, *efgh* ein thönerner Kasten, und *ZK* die Zink- und Kupferplatten sind. Ich will bemerken, dass die Anfertigung 4-eckiger thönerner Kasten zwar einige Mühe erfordert, dass ich sie aber dennoch von eigenen Arbeitern, die sie unter meinen Augen anfertigten, in grosser Vollkommenheit erhalten habe. Sie wurden nicht bei freiem Feuer, sondern in einer Muffel gebrannt.

Statt die Platten vertical zu stellen, kann man auch eine horizontale Anordnung treffen wie Fig. 23 zeigt. Hier ist *abcd* der Behälter, *efgh* der mit einem porösen Boden versehene Einsatzkasten, *K* die Kupferplatte, *Z* die Zinkplatte. Auch kann man die Anordnung umkehren, und die Zinkplatte unten, die Kupferplatte aber oben legen. Indessen ist diese ganze Anordnung nicht sehr zu

Digitized by Google

empfehlen, weil sie manche practische Nachtheile und Unbequemlichkeiten hat.

Statt die Trennung der Flüssigkeiten durch Thon oder Holz zu bewirken, kann man sich mit mehr oder weniger Vortheil noch anderer Substanzen bedienen, und z. B. thierische Blase, braunes engl. Pappier, Leder, Pergament, dicht gewebte Zeuge u. s. w. anwenden.

Es ist von der höchsten Wichtigkeit, dass man sich immer von dem Grade der Wirksamkeit des Apparates überzeugen könne. Zu dem Ende schalte ich gewöhnlich eine Galvanometer-Bussole ein, um nach der Ablenkung der Nadel die Stärke des Stromes beurtheilen zu können und die ihr proportionale Reduction des Kupfers, die in einer gegebenen Zeit statt hat. Dieses Instrument kann, wie Fig. 24 zeigt, am einfachsten auf folgende Weise construirt werden. *a b* ist ein kreisrundes Brett von hartem und trockenem Holze, das mit 3 Stellschrauben versehen ist, um es horizontal zu stellen, in der Mitte befindet sich eine feine Stahlspitze *c* auf welcher eine mit einem Hütchen versehene Magnetnadel frei schwebt. Unter dem Brettchen ist, genau in der Mitte ein etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien dicker Drath befestigt, der an den Enden zwei Quecksilbergefässe *d* und *e* trägt. Auf der Oberfläche des Brettchens befindet sich ein auf Pappier, Metall oder auf dem Holze selbst eingetheilter Kreis. Der Drath muss so liegen, dass er sich genau unter dem Nullpunkte der Eintheilung,

Digitized by Google

und also im magnetischen Meridiane befindet, wenn das Instrument so eingestelt wird, dass die Nadel gerade auf Null zeigt. Taucht man die von den Erregerplatten ausgehenden Dräthe in die Gefässe *d* und *e*, so wird die Nadel abweichen und sich nach mehreren Schwingungen auf irgend einen Grad der Eintheilung einstellen. Die Abnahme dieser Abweichung zeigt an, dass die Kraft schwächer geworden ist. Man muss alsdann zu ihrer Wiederherstellung entweder die Flüssigkeiten erneuern, oder Kupfercrystalle hinzuthun, oder sonst irgend einen zufällig eingetretenen, die Wirkung beeinträchtigenden Umstand beseitigen. Oft ensteht eine Verminderung der Kraft, wenn die Poren der Scheidewände sich durch Unreinigkeiten u. s. w. verstopfen, man muss dann die Thonplatten, oder was ihre Stelle vertritt, auswechseln, oder auslaugen. Von der Thätigkeit der Apparate, namentlich wenn sie etwas beträchtliche Dimensionen haben, kann mann sich auch dadurch überzeugen, dass man bei Oeffnung der Kette einen Funken erhält, oder einen eingeschalteten Platindrath zum Glühen bringt. Jedoch sind diese Anzeigen immer weit ungewisser, als die Angaben der Bussole.

8.

Man sieht aus dem Vorstehenden, dass das Verfahren galvanische Kupferplatten darzustellen, im Ganzen zwar einfach ist, dass es jedoch manche Aufmerksamkeit erfordert.

Digitized by Google

Auch wird man bei näherer Ueberlegung und besonders bei der practischen Ausübung finden, dass noch manche Uebelstände statt finden, deren Beseitigung wünschenswerth ist. Fürs erste ist schon mit Rücksicht auf die Sättigung der Kupferlösung, die Stärke des Stromes und also auch die Zeit in welcher man die reducirten Platten erhalten kann, beschränkt. Die grössere Zähigkeit welche das Kupfer, bey langsamer Wirkung erhält, ist zwar immer eine wünschenswerthe Eigenschaft, jedoch häufig nur untergeordnet, wo es sich um Abbildungen von Kunstgegenständen und eine Beschleunigung des Verfahrens handelt. Ist durch irgend ein Versehen der Niederschlag braunroth oder locker geworden, so wird, wenn auch die Kupferlösung wieder vollständig gesättigt ist, die neue Schicht nicht wieder die gehörige Farbe und Festigkeit erhalten; man müsste denn die braunrothe Oberfläche abschaben, oder die ganze Platte mit verdünnter Salpetersäure abwaschen. Der wichtigste Uebelstand aber ist, dass man bei der beschriebenen Methode, sowohl in Bezug auf die Configuration, als auch auf die Grösse der darzustellenden Platten oder Oberflächen allzu beschränkt ist. Es muss sich nämlich um eine constante und ökonomische Wirkung zu erhalten, zwischen dem Zink und dem Original immer eine der Form des Gegenstandes angemessene Scheidewand befinden welche die Flüssigkeiten trennt, und abwohl sie porös sein muss, dennoch nur eine äusserst langsame Filtration gestatten

Digitized by Google

darf. Bei kleinen Gegenständen ist das leicht, bei grösseren aber mit vielen Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten verknüpft, die sich auf dem eingeschlagenen Wege schwer beseitigen liessen. Nach dieser ersten Methode hätte also die Galvanoplastik nur ein ziemlich beschränktes Feld gehabt, auf dessen Ausdehnung aber gleich Anfangs meine Bemühungen gerichtet waren. Ihr glücklicher Erfolg hat ihr eine, Anfangs kaum zu erwartende practische Wichtigkeit verliehen.

Um zu übersehen, worauf diese zweite Verfahrungsmethode beruht, will ich mir einige Worte über die chemischen Wirkungen des galvanischen Stromes erlauben. Wir haben oben gesehen, dass innerhalb der geschlossenen Kette, und zwar in den Zellen, worin sich die Erregerplatten befinden, eine chemische Thätigkeit Statt hat. Dies beschränkt sich aber nicht an dieser Stelle, sondern lässt sich auf irgend eine andere im galvanischen Kreise eingeschaltete Zelle übertragen, die mit einer leitenden Flüssigkeit gefüllt ist, durch welche man vermittelst gleichartiger Metallplatten den Strom hindurch leitet. Es geschieht hierbei weiter nichts, als dass die metallische Leitung, welche von einem Pole der Batterie zum andern geht, an irgend einer Stelle durch eine Flüssigkeit unterbrochen wird. Nehmen wir an, dass die Metallplatten, welche in letztere tauchen, ganz gleichartig sind, so dass sie für sich keinen galvanischen Strom erzeugen, so findet hierbei das Gesetz statt:

Digitized by Google

dass der Wasserstoff der Flüssigkeit, oder der Bestandtheil der seine Stelle vertritt, sich an der Metallplatte entwickelt die mit dem Zinkpole, der Sauerstoff aber, oder das was seine Stelle vertritt, an die Metallplatte geht, welche mit dem Kupferpole der Batterie verbunden ist.

Der berühmte englische Physiker Faraday hat für diese Platten, zwischen welchen sich die Flüssigkeiten zersetzen, die Benennungen *Electroden* eingeführt und zwar nennt er die mit der Zinkplatte verbundene die *Kathode*, die mit der Kupferplatte verbundene aber die *Anode*. Wir werden diese Bezeichnungen der Kürze wegen beibehalten. In Fig. 25 stellt *A B* eine galvanische Batterie vor, *C D* ist ein Behälter der mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt ist, und *a* und *b* sind die zwei Platinelectroden, von denen *a* die Anode und *c* die Cathode ist. Ist der Strom stark genung, so wird sich an *c* Wasserstoffgas und an *a* Sauerstoffgas entbinden. Gesetzt nun aber, es befinde sich in der Zersetzungs-Zelle *C D*, statt der verdünnten Schwefelsäure, eine Auflösung von Kupfervitriol, so wird zwar an *a* ebenfalls Sauerstoff frei werden, *c* indessen wird sich mit einer Schicht metallischen Kupfers bedecken, weil das Wasserstoffgas, wie wir früher gesehen haben, zur Reduction des Kupfers verwendet wird. Nimmt man Statt der Platinelectroden zwei Kupferelectroden und verdünnte Schwefelsäure in der Zelle, so wird sich an der Anode entweder gar kein oder nur sehr wenig Sauerstoffgas entwickeln; denn da das Kupfer eine sehr grosse Verwand-

Digitized by Google

schaft zu demselben hat, so oxydirt es sich und löst sich in der Schwefelsäure auf. An der Cathode wird sich anfänglich Wasserstoffgass entwickeln, nach und nach aber wird die Entwicklung schwächer und statt deren zeigt sich an der Oberfläche der Cathode reducirtes Kupfer in lockerer braunrother Gestalt. Die Flüssigkeit selbst, die anfänglich wasserhell war, erhält nach und nach die blaue Farbe des Kupfervitriols. Obgleich ich diesen Versuch mehrere Tage hintereinander fortsetzte, so blieb doch immer noch eine geringe Gasentwicklung an der Cathode sichtbar; ein Beweis dass bei diesem Apparate die Reduction des Kupfers nur unvollständig vor sich geht; auch wurde der Niederschlag nie cohärent oder körnig, indem wahrscheinlich die Wasserstoffblasen die innige Vereinigung der Kupfertheilchen hindern. Anders aber ist es, wenn man statt der verdünnten Schwefelsäure, sogleich eine beinah gesättigte Kupferlösung nimmt. Hier löst sich die Anode ebenfalls auf; die Cathode bedeckt sich aber mit vollkommen cohärenten hellrothem Kupfer, ganz eben so wie es der Fall ist, wenn man nach der ersten Methode verfährt. Die Kupferlösung bleibt hierbei immer gesättigt, denn in demselben Maasse, als die Reduction vor sich geht, wird das der Flüssigkeit entnommene Kupfer durch die Auflösung der *Anode* wieder ersetzt. Die Vergleichung der Gewichte beider Platten zeigt, dass die *Cathode* nahe zu so viel Kupfer gewonnen als die *Anode* verloren hat. Kleine Unterschiede

die man wahrnimmt, kommen für die Praxis nicht in Betracht.

Indem man also auf diese Weise den Apparat, in welchem die Bildung der Kupferplatten vor sich geht, von der Batterie gänzlich trennt, und im erstern die lästige Anwendung grosser und vielleicht künstlich geformter poröser Scheidewände völlig entbehrt werden kann, erlangt man eine beinah unbegrenzte Freiheit in Bezug auf die Grösse und Gestalt der Originale, von denen man galvanische Copien machen will. Nicht minder kann man die Zeit der Operation verkürzen, und täglich eine beinahe $\frac{1}{6}$ Linie oder $\frac{1}{60}$'' dicke Schicht erzeugen, die in manchen Fällen vollkommen hinreicht, da dieses die Dicke eines starken Kartenblattes ist. Die Reduction noch mehr zu beschleunigen, scheint mit Rücksicht auf die Festigkeit des Kupfers, nicht rathsam zu sein, Wenn der Strom so stark ist, dass 2 Solotnick auf I □'' in 24 Stunden reducirt werden, so erhält man bei Anwendung von Kupfervitriol ein lockeres unzusammenhängendes Product; möglich ist es jedoch dass bei Anwendung von andern Kupfersalzen, auch ein anderes Verhalten eintritt.

Es ist ein sehr glücklicher Umstand, dass bei der Zersetzung der Kupferlösungen zwischen Kupferelectroden, die Batterie nur aus einem Plattenpaare zu bestehen braucht. Man kann zwar mehrere Plattenpaare hinter einander anwenden um die Wirkung zu beschleunigen, indessen

Digitized by Google

wird, in Folge der hierbei Statt findenden Gesetze, in eben dem Maasse als man die Plattenpaare vermehrt, auch mehr Zink consumirt, indem in jeder Erregungszelle dieselbe Wirkung Statt findet.

Die Kupferlösung, welche sich zwischen den Kupferelectroden befindet muss bis auf einen gewissen Grad verdünnt sein, der sich am besten aus der Erfahrung ergiebt. Wendet man nemlich gleich Anfangs eine vollkommen gesättigte Lösung an, so wird man bemerken, dass früher oder später nach dem Schlusse der Kette, die im Kreise eingeschaltete Magnetnadel bedeutend zurückgeht oder wenigstens stark zu schwanken beginnt. Ist dieses der Fall, und wird dieses Schwanken, nicht etwa durch eine Unregelmässigkeit in der Batterie veranlasst, so muss man die Lösung so lange mit Wasser verdünnen, bis die Ablenkung mehr stetig wird. Auch ist es bisweilen gut, ein wenig freie Schwefel- oder Salpetersäure zuzusetzen. Die Anode oder die Kupferplatte welche sich auflöst, bedeckt sich gewöhnlich mit einem schwärzlichen oder braunrothen Pulver, welches, wenn es auf die Cathode niederfällt, bewirkt dass das reducirte Kupfer brüchig wird. Man vermeidet dieses leicht, wenn man Leinwand, Flanell u. s. w. dazwischen bringt.

Obgleich die Anordnung dieser Zersetzungs-Apparate keine weitern Schwierigkeiten darbietet, indem sie auf die vielfachste Weise eingerichtet werden können und im All-

Digitized by Google

gemeinen nur aus einem mit Kupfervitriol gefüllten Behälter bestehen, worin zwei beliebig geformte Kupferplatten, die mit einem galvanischen Plattenpaare verbunden sind, sich gegenüberstehen, so will ich doch in Fig. 26 die Zeichnung eines solchen Apparates geben, worin die Platten horizontal liegen. *a b c d* ist ein mit Kupfervitriol gefüllter Behälter, der mit einem Ablassrohre versehen ist. Derselbe kann aus Glas oder Porcellan bestehen oder aus Holz wasserdicht angefertigt und mit Asphaltkitt ausgegossen werden. Man kann ebenfalls Blei oder Kupfer dazu nehmen, wobei aber anzurathen ist den Boden und die Wände inwendig mit Glasplatten zu belegen oder ebenfalls mit Asphaltkitt auszugiessen; *e f* ist die Cathode, welche als Original dient, und deren Oberfläche mit Kupfer bedeckt werden soll; sie ist durch die Leitung *f g h* mit dem Zinkpole der Batterie verbunden, welche, wie gesagt, nur aus einem mehr oder weniger grossem Plattenpaare zu bestehen braucht; *i k* ist ein mit Flanell oder Leinwand bespannter hölzerner Rahmen, in welchem sich die Kupferplatte *l m* befindet, welche mit dem Kupferpole der Batterie durch die Leitung *n o* verbunden ist. Statt einer ganzen Platte kann man sich auch einzelner Kupferbruchstücke bedienen, die so gelegt sein müssen, dass sie sich unter einander berühren; *y* ist eine im galvanischen Kreise eingeschaltete Bussole. Zu bemerken ist noch, dass es nicht gut ist, wenn die Entfernung der Platten weniger als $1\frac{1}{2}$'' bis 2'' beträgt. Sind

Digitized by Google

die Dimensionen ziemlich beträchtlich, z. B. $1\frac{1}{2}$′ bis 2′ im Quadrat, so dürften auch 3″ bis 4″ nicht zu viel sein.

Der Gebrauch der Bussole, ist nicht genug zu empfehlen; sie ist geradezu unentbehrlich, wenn die Galvanoplastik mit Nutzen ausgeübt werden soll. Es ist daher nöthig sich gleich Anfangs eine Anzahl dieser einfachen Instrumente anfertigen zu lassen. Verbindet man mehrere Zersetzungsapparate von gleichen oder ungefähr gleichen Dimensionen und eben so viel Batterien hintereinander zu einem galvanischen Kreise, so bedarf man nur einer einzigen Bussole; Fig. 27 zeigt dieses Schema. Bei dieser Anordnung wird auf allen Platten in derselben Zeit genau dieselbe Gewichtsmenge Kupfer reducirt werden. Dasselbe findet aber auch Statt, wenn die Platten von den ungleichsten Dimensionen sind, so dass die Dicke der in derselben Zeit gebildeten Schichten sich umgekehrt wie die Oberflächen verhalten. Da aber den oben aufgestellten Gesetzen gemäss, kleinere Zersetzungsapparate einen grössern Leitungswiderstand darbieten, so schwächen sie, wenn man sie mit grössern zusammen verbindet, die Wirkung des Stromes und verzögern die Reduction. Mehrere Zersetzungsapparate mit einer und derselben Batterie neben einander zu verbinden, nach Fig. 28, ist nicht rathsam, weil man die gleichmässige Vertheilung der Wirkung nicht ganz in seiner Gewalt hat und von zufälligen Umständen hierbei zu sehr abhängig ist.

Digitized by Google

Die bei diesem zweiten Verfahren anzuwendenden galvanischen Batterien müssen, da eine beständige Wirkung erfordert wird, nach den Art 6. angegebenen Grundsätzen construirt und also mit den zweien oben erwähnten, und durch Scheidewände getrennten Flüssigkeiten geladen werden. Die vielfachen und verschiedenartigen Anordnungen, welche ich während meiner zahlreichen, zum Theil andere Anwendungen des Galvanismus betreffenden Versuche getroffen habe, werde ich bei einer andern Gelegenheit beschreiben, hier aber die Zeichnung von einer Batterie geben, welche einfach ist, und ihrem Zwecke vollkommen entspricht. In Fig. 29 ist *a b c d* ein viereckiger Kasten, aus Kupfer oder Blei, *e f g h* ein Cylinder, ebenfalls aus Blei oder dünnem Kupferblech, welcher die drei Wände des Kastens berührt; es ist besser den Cylinder offen zu lassen und nicht zusammenzulöthen oder zu nieten, damit er leicht auseinander gebogen werden kann, wenn das reducirte Kupfer, welches sich an ihn ansetzt, abgelöst werden soll; *i k* ist ein Thoncylinder und *l m* ein hohler Zinkcylinder oder ein massiver Zinkkloben; *n o* ist ein Kästchen von Blei oder Kupfer dessen Wände und Boden durchlöchert sind und das als Vorrathsbehälter der Kupfercrystalle dient. Um die Flüssigkeit abzulassen, kann man ein dem früher beschriebenen ähnliches Kautschukrohr anbringen. Gewöhnlich bediene ich mich aber zu diesem Zwecke einer andern Einrichtung Fig. 30, welche auf dem Principe des

Digitized by Google

Hebers beruht, und welche ich deshalb beschreiben will, weil sie zu vielen andern Zwecken benutzt werden kann, auch wie ich glaube, in dieser Form, neu ist; *a b c d* ist ein Gefäss mit dem Ablassrohre *e f*, welches durch den Boden geht und dessen obere Oefnung mit dem Niveau der Flüssigkeit gleich steht. *g h* ist ein oben geschlossenes und unten mit Ausschnitten versehenes Rohr, welches ich das Stülprohr nenne; es wird fortgenommen, während der Apparat in Thätigkeit ist, damit die minder gesättigte Kupferlösung oben abfliessen könne. Hat man einen Apparat wo kein Vorrathsbehälter angebracht ist, so muss man die gesättigte Kupferlösung durch einen Trichter mit langem Halse zugiessen, so dass sie von unten zutritt und die minder gesättigte oben heraustreibt. Soll die Flüssigkeit ganz abgelassen werden, so setzt man das Stülprohr auf, und giesst noch etwas Flüssigkeit hinzu, so dass sie über der Oeffnung des Rohrs *e* zu stehen kommt, dasselbe anfüllt und so einen Heber bildet, wodurch die ganze Flüssigkeit, bis auf die Höhe der Ausschnitte abfliesst; es darf kaum erwähnt werden, dass der zwischen der obern Oefnung des Abflussrohrs *e f* und dem Stülprohre *g h* vorhandene schädliche Raum nicht mehr vermindert werden muss, als es der freie Abfluss der Flüssigkeit erlaubt. Wenn Alles das gehörige Verhältniss hat, ist das Zugiessen der Flüssigkeit über das Niveau der obern Oefnung kaum nöthig, denn einige Bewegungen des Rohrs *g h* auf und nieder genügen, um das

Digitized by Google

Rohr *e f* anzufüllen und den Heber in Thätigkeit zu setzen. Diese Vorrichtung ist sehr bequem um mehrere Gefässe auf einmal zu entladen; man befestigt alsdann sämmtliche Stülpröhren an einem gemeinschaftlichen Rahmen, um sie auf einmal niederlassen zu können. Das Ausflussrohr *e f* darf nicht zu weit sein, damit es sich leicht von selbst füllt. Da die Zinkflüssigkeit allmählig gesättigter wird, so muss man sie hin und wieder erneuern oder wenigstens durch Wasser verdünnen; um letzteres zu thun muss man sich ebenfalls eines Trichters mit langem Halse bedienen, damit die verdünnte Flüssigkeit von unten zutritt, und sich mit der gesättigten besser mengt. Will man die Flüssigkeit gänzlich entfernen, so muss man das Thongefäss herausnehmen und ausgiessen, was, da es nur selten nöthig ist, leicht geschehen kann. Fig. 31 zeigt einen ähnlichen unterbrochenen Heber für die Zinkflüssigkeit. Der Boden des Kupfergefässes *a b c d* ist mit einem kleinen Ansatzrohr versehen, in welchem ein ähnliches Ansatzrohr, welches sich am Boden des Thoncylinders *e f g h* befindet, eingekittet ist. In der Oeffnung des letztern ist wiederum ein Glasrohr *i k l m* eingekittet, das bis zum Niveau der Flüssigkeit hinaufreicht. Das oben offene und unten mit Ausschnitten versehene Stülprohr *n o p q*, am besten ebenfalls von Glas, ist irgendwie befestigt, oder vor dem Schwanken gesichert, und bleibt immer aufgesteckt, damit beim Zugiessen von frischer Flüssigkeit, die mehr saturirte Flüssig-

Digitized by Google

keit nach der Richtung der Pfeile abfliessen kann. Soll die ganze Flüssigkeit abgelassen werden, so wird dieses Rohr weggenommen, und ein anderes, ganz wie das in Fig. 30 angegebene, Rohr *g h* aufgestülpt, wodurch das Abfliessen ganz wie früher vor sich geht. Ist Platz genung vorhanden so kann das Rohr *efg h*, Fig. 31, so weit sein, dass das zweite oben geschlossene Stülprohr bequem dazwischen geht. Ich bediente mich früher einer Einrichtung, die ich bei einer andern Gelegenheit beschreiben werde, welche aber der gegenwärtigen an Bequemlichkeit und Einfachheit nachsteht. Uebrigens hat diese Einrichtung den Nachtheil, dass man die Thongefässe nicht erneuern kann, ohne den ganzen Apparat ausser Thätigkeit zu setzen. Es ist nämlich vortheilhaft die Thongefässe hin und wieder auszuwechseln und die gebrauchten durch Wasser auszulaugen, damit die Poren wieder gereinigt werden. Nach Umständen kann dieses alle 5 oder 6 Tage geschehen, obgleich ich auch oft die Batterien über 14 Tage bis 3 Wochen hindurch in ununterbrochener und so gleichförmiger Thätigkeit erhalten habe, dass die geringen Abweichungen in der Richtung der Magnetnadel, den Temperaturveränderungen der Flüssigkeiten zugeschrieben werden konnten. Die Grösse der hier angegebenen Apparate wird dadurch beschränkt, dass es schwer ist, sich Thoncylinder von ansehnlichen Dimensionen und zugleich mit dünnen Wänden zu verschaffen, indem dicke Wände

Digitized by Google

dem Strome vielen Widerstand darbieten, und schlechter wirken. Deshalb ist es vorzuziehen, mehrere kleinere Apparate zu einer gemeinschaftlichen Wirkung zu vereinigen, und alle Kupfer und alle Zinkcylinder unter sich zu verbinden. Fig. 32 stellt im Grundrisse einen Apparat dar, wo 9 Elemente in einem gemeinschaftlichen Behälter befindlich sind und durch Klemmschrauben oder sonst auf bequeme Weise mit einander vereinigt werden können, so dass sie ein Plattenpaar von 9 facher Oberfläche bilden. Die Verbindungen sind in der Zeichnung nicht angegeben um dieselbe nicht zu verwirren. Diese Apparate erfordern zwar viel Flüssigkeit, sind aber um so beständiger und wirksamer.

Ich will noch einige Worte über die Unterhaltungskosten hinzufügen, welche dieses Verfahren, cohärente Kupferplatten zu erzeugen, erfordert. Auch hier, wie überall, werden diese Kosten um so geringer sein, in desto grösserm Maassstabe der Betrieb geschieht. Im Allgemeinen sind Kupfer, Zink und Schwefelsäure als Hauptmaterialien erforderlich, denn Kupfervitriol kann man sich in etwas grössern Anstalten leicht selbst bereiten. Das aufgewendete Kupfer erhält man, bis auf den letzten Solotnik wieder und zwar sogleich in Platten, Blechen, oder sonstigen, einem gegebenen Originale entsprechenden Formen. Das Zink dagegen wird in der Schwefelsäure aufgelöst und in Zinkvitriol verwandelt, welches wieder ein Product ist, das in andern Zweigen der Industrie seinen Werth hat, und in

Digitized by Google

den chemischen Anstalten besonders fabricirt wird, da das natürliche Zinkvitriol zu unrein ist. Die Kosten lassen sich nach folgenden Angaben leicht bestimmen. Um 40 Pfund Kupfer in cohärenten Platten u. s. w. zu erhalten, bedarf man in runden Zahlen etwa 41 Pfund Zink, 51 Pf. concentrirte Schwefelsäure und eine gehörige Quantität Wasser, welche zusammen etwa 184 Pf. crystallisirten Zinkvitriol geben. Rechnet man das Pud Zink zu 12 Rbl., das Pud Schwefelsäure zu 8 Rbl., so kosten die 184 Pf. crystallischen Zinkvitriols 22 Rbl. 50 Cop. Man sieht also, dass, wenn man das Pud Zinkvitriol, das jetzt etwa 10 bis 12 Rbl. kostet, nur zu 5 Rbl. verkaufte, die Productionskosten vollkommen gedeckt wären. Die Kosten der Originale und Modelle sind natürlich keiner Berechnung fähig, da hier vieles vom Kunstwerthe abhängt; die Kosten der Handarbeit sind aber so einfach, dass es nur eines gewöhnlichen, einigermassen geübten Arbeiters bedarf, um eine grosse Menge solcher Apparate zu übersehen und in Ordnung zu halten.

9.

Was die Anwendung der Galvanoplastik betrifft, so ist sie, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, einer über-

Digitized by Google

aus grossen Ausdehnung fähig. Es bietet nämlich keine der andern bisher bekannten Methoden, Copien durch Abguss oder Abdruck zu erhalten, eine solche Sicherheit, Schärfe und Genauigkeit dar, wie unser Verfahren. Es steht nicht nur der Prägung durch Stahlstempel nicht nach, sondern übertrifft diese noch. Man nehme eine höchst polirte Gold-, Silber- oder Kupferplatte, gebrauche diese als Cathode um darauf Kupfer zu reduciren, so wird die Copie, nicht nur vollkommen die nämliche Politur darbieten, sondern es werden sich auch die feinen mikroskopischen Striche wieder finden, welche das Polirmittel auf dem Originale zurückgelassen hatte. Berührt man eine solche höchst polirte Platte mit dem Finger, so wird immer ein kleiner Fleck zurückbleiben, welcher die Poren der Haut zeigt; auch dieser Fleck wird sich auf der galvanischen Copie wieder finden, die überdiess, was die andern Formen oder Zeichnungen betrifft, bei der schärfsten Untersuchung durch das Mikroskop keine Unterschiede mit dem Originale darbietet. Es fällt also bei galvanischen Güssen jedes Nacharbeiten oder Ciseliren weg, was bekanntlich die andern Methoden kostspielig macht und die Wahrheit der Copie mehr oder weniger beeinträchtigt.

Will man vertieft gravirte Kupferplatten vervielfältigen, so muss man zuerst eine erhabene Copie anfertigen, von welcher man alsdann wieder beliebig viele vertiefte Copien erhalten kann, welche mit dem Originale vollkom-

Digitized by Google

men identisch sind, und von welchen die Abdrücke so gut sind, als wären sie *avant la lettre* genommen. Ich muss indessen hier auf einige Umstände aufmerksam machen, welche das Ablösen der Copien von dem Originale betrifft. Dieses wird nämlich immer gut von statten gehen, wenn die reducirte Platte die gehörige Dicke erlangt hat, wenn das Kupfer des Originals selbst nicht schwammig, porös, blättrig war oder sogenannte Aschenflecke hatte, wenn endlich die Züge nicht zu steil gravirt oder gar untergearbeitet waren. Bei der Gravirung von Kupferplatten welche als Modelle zu galvanischen Copien dienen, wird man daher seine Aufmerksamkeit künftig auf diese Umstände zu richten haben. Wird das galvanische Kupfer vorsichtig und langsam reducirt, so eignet es sich selbst vortrefflich zum Graviren und die darauf reducirten Platten lassen sich leicht loslösen. Es hat keine Schwierigkeiten galvanische, eigens zum Graviren bestimmte Kupferplatten anzufertigen, bei denen man die mühselige Arbeit des Schleifens und Polirens gänzlich sparen kann, wenn man sich einer Originalplatte bedient, welche die erforderlichen Eigenschaften bereits besitzt; zugleich würden solche Platten eine so gleichförmige Textur erhalten, wie sie das beste käufliche Kupfer nicht darbietet. Bei dem gewöhnlichen Kupfer ist es sehr häufig der Fall, dass die darauf reducirten Platten, wenn auch nicht überall, doch an manchen Stellen so stark adhäriren, dass eine Trennung nur

Digitized by Google

auf gewaltsame Weise, und auf Kosten des Originals möglich ist. Bisweilen erleichtert eine äusserst dünne Fett- oder Oelschicht, mit der man die Originalplatte vorher überzieht, das Ablösen. Macht man von der Originalplatte einen Abguss von Stearin, so hebt sich dieser beim Erkalten vollkommen ab und lässt nur die eben nöthige Fettschicht ganz gleichförmig vertheilt zurück. Stärkere Ueberzüge von Wachs, Lack u. dgl. können nur da gebraucht werden, wo es auf die höchste Schärfe der Züge nicht ankommt. Von versilberten oder vergoldeten Platten hebt sich das reducirte Kupfer immer sehr leicht ab; es scheint indessen, dass eine Vergoldung auf nassem Wege den Vorzug vor der mit Goldamalgam verdient, auch genügt ein blosses Belegen der Kupferplatten mit dünnen Goldblättchen oder Goldschaum, wenn dieses ohne die Feinheit der Züge zu beeinträchtigen geschehen könnte. Alle diese Vorsichtsmassregeln sind übrigens nicht nöthig, wenn das Kupfer des Originals von guter Beschaffenheit ist. Sobald die reducirte Platte die gehörige Dicke erlangt hat, springt sie beinahe von selbst los, wenn vorher die übergreifenden Ränder abgefeilt worden sind. Es bedarf nicht der Erwähnung dass eben so, wie gravirte Platten, auch in Kupfer getriebene Arbeiten als Originale dienen können, wenn sie nur nicht untergearbeitet oder so geformt sind, dass auch ein darüber angefertigter Gypsabguss sich nicht abheben liesse

10.

Wir haben zwar im Vorhergehenden nur von der Reduction von Kupfer auf Kupfer gesprochen; was die Anwendung der Galvanoplastik sehr beschränken würde, wenn sie nicht an Ausdehnung dadurch gewönne, dass man sich zu den Originalen, auch vieler anderer Metalle bedienen kann. Namentlich gehören hierher alle diejenigen, welche die Kupfersalze für sich nicht zersetzen, d. h. die, wenn man sie in Kupferlösungen taucht, sich nicht auflösen, und das Kupfer niederschlagen oder sich zum Theil damit überziehen. Solche Metalle, die also von Kupferlösungen gar nicht angegriffen werden, sind: Iridium, Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Arsenik, Wismuth und Antimon. Dagegen werden die Kupferlösungen schon für sich durch Blei, Zinn, Eisen, Zink reducirt. Was das Blei betrifft so ist dabei zu bemerken, dass dieses Metall ein ganz anderes Verhalten zeigt, wenn es vollkommen rein und blank, oder wenn es angelaufen ist. Im ersten Falle reducirt es das Kupfer für sich, im zweiten aber beinahe gar nicht, so dass das Blei sich alsdann beinahe ganz wie Kupfer verhält, und nur unter Mitwirkung des Stromes mit Kupfer bedeckt. Aber wenn auch das reine Blei anfangs ein wenig angegriffen wird, so hemmt doch die, in sehr kurzer Zeit gebildete dünne Kupferhaut den Fortschritt der weitern Auflösung. Mit Rücksicht hierauf kann man sich nun

Digitized by Google

zur Vervielfältigung gravirter Kupferplatten des Verfahrens bedienen, sie vermittelst einer starken Walzenpresse vorher auf Bleiplatten abzudrucken, und von den letztern alsdann die galvanischen Copien zu machen. Ich habe auf solche Weise angefertigte galvanische Kupferplatten gesehen, welche den auf der Reliefmaschine gravirten Originalplatten an Schärfe und Genauigkeit durchaus nichts nachgaben.

Reines Zinn wird von den Kupfersalzen ungleich mehr angegriffen als Blei, und ist zu Gegenständen, wo es auf Schärfe und Reinheit der Züge ankommt, nicht zu gebrauchen; wohl aber da, wo diese Anforderungen weniger gemacht werden. Die Auflösung des Zinns hört nämlich auf, sobald dasselbe auf chemischen oder galvanischen Wege mit einer Kupferhaut überzogen ist. Legirungen von Zinn und den nicht reducirenden Metallen, mit Einschluss des Bleies sind sehr wohl anzuwenden, sobald das erstere nur nicht im Uebermaasse vorhanden ist. Welches Verhältniss zu beobachten sei, lässt sich durch einige vorläufige Versuche leicht bestimmen. Das Letternmetall und die bekannten leichtflüssigen d'Arcetschen Legirungen sind gut zu gebrauchen.

Von dem Eisen ist es bekannt, dass es die Kupfersalze nach und nach vollständig zersetzt und dass der anfänglich gebildete nur lose aufsitzende Kupferüberzug die fortschreitende Auflösung des Eisens nicht hemmt. Ist die Kupfer-

Digitized by Google

lösung gesättigt und enthält sie freie Säure, so wird das Kupfer pulverförmig niedergeschlagen. Je verdünnter sie ist, je langsamer also die Reduction vor sich geht, um desto cohärenter wird das Kupfer, so dass es oft ganz zusammenhängende, den Formen der darin getauchten Stücke entsprechende Massen darbietet. Dieses durch Reduction vermittelst des Eisens gebildete Kupfer, ist unter dem Namen *Cæmentkupfer* bekannt und zeichnet sich durch seine Reinheit aus. An manchen Orten, wo viele natürliche Kupferwasser vorhanden sind, wird dasselbe im Grossen gewonnen. In Schmölnitz in Ober-Ungarn werden auf diese Weise jährlich 7 bis 8000 Pud Kupfer gewonnen, indem man zur Reduction Roheisenstücke benutzt. Ich will hierbei bemerken, dass diese Art der chemischen Reduction sich von der galvanischen Reduction eben so unterscheidet, wie die chemische Auflösung des Zinks von der galvanischen, wovon wir oben (Art. 1) gesprochen haben.

Zink ist bei den galvanischen Reductionen als Modell nicht zu gebrauchen, und scheint selbst in Legirungen mit andern Metallen diese hierzu untauglich zu machen. Dieses ist z. B. der Fall mit dem Messing. Es überzieht sich zwar unter Einwirkung des galvanischen Stromes in kurzer Zeit mit einer schönen Kupferschicht; es ist aber schwer, ja beinahe unmöglich, dieselbe, wenn sie auch noch so dick geworden, loszulösen. Gelingt dieses endlich, durch Anwendung einer starken Gewalt, so sieht man dass die los-

Digitized by Google

gerissenen Kupferstücke mit einer Messinghaut überzogen und gleichsam damit plattirt sind.

Unter den nicht metallischen Körpern ist, in Bezug auf ihre practische Anwendbarkeit, vorzüglich die Kohle, und zwar in ihrer Form als Graphit, zu erwähnen. Diese Substanzen werden von keinerlei Kupfersalzen angegriffen, und können mit Rücksicht auf die Stelle, die sie in der galvanischen Reihe einnehmen, selbst noch besser wie Platin zu Cathoden gebraucht werden, um Kupfersalze auf galvanischem Wege zu zersetzen. Da sich indessen diese Substanzen schwer in irgend eine regelmässige oder künstlerische Form bringen lassen, so muss man sie, wie wir gleich sehen werden, auf andere Weise anwenden, wo sie namhafte Vortheile darbieten.

Wie wir oben gesehen haben, kommt es bei der galvanischen Action hauptsächlich auf die Grösse der in Thätigkeit begriffenen metallischen Oberflächen, sehr wenig indessen auf ihre Dicke an. Wenn man daher eine nicht metallische Substanz, welche von der Art ist, dass sie sich nicht in der Flüssigkeit auflöst, mit einer dünnen Metall- oder Graphitschicht überzieht, so kann man, wenn man dieselbe auf eine zweckmässige Weise mit einem Leiter versieht, ebenfalls als Cathode benutzen, um an der Oberfläche, das Kupfer zu reduciren, und so eine Copie in Kupfer auch von nicht metallischen Gegenständen zu erhalten. Auf diese Weise kann man unglasirten Thon, oder Por-

Digitized by Google

cellan, Schiefer, Gyps, Wachs, Schwefel, Stearin, Siegellack, Holz u. s. w., in Platten oder sonst künstlerisch geformt, als Original oder Modell gebrauchen. Sie werden vorher mit dünnen Metallblättern, Folien oder äusserst zarten Metall-, Graphit- oder Kohlenpulvern bedeckt, welche um die Züge nicht abzustumpfen, keine messbare Dicke haben dürfen. Es versteht sich von selbst, dass diese Folien oder Pulver nur aus solchen Metallen bestehen dürfen, welche nach dem obigen, die Kupfersalze nicht schon für sich auf chemischen Wege zersetzen. Man findet solche Pulver, theils im Handel, theils kann man sie sich leicht selbst bereiten; so z. B. erhält man ein äusserst zartes Kupferpulver durch Fällung aus der salpetersauren Kupferlösung vermittelst Eisen. Den Metallpulvern ist übrigens der fein geschlemmte Graphit deshalb vorzuziehen, weil dieser sich auf den Oberflächen feiner vertheilt und besser auf ihnen haftet. Man kann denselben mit Wasser zu einem dicken Brei anrühren und damit das Modell bestreichen. Wenn der Ueberzug vollkommen trocken geworden, wird das Ueberflüssige durch einen Pinsel oder eine weiche Bürste entfernt. Oft haftet der Graphit auch ohne dass man ihn vorher nass aufträgt, wenn man ihn mit einem Pinsel anreibt, der vorher ein wenig mit Oel befeuchtet worden ist.

Besteht das Modell aus Gyps, so muss dasselbe so vorbereitet werden, dass es der Nässe auf längere Zeit widerstehen kann. Dieses geschieht am besten, indem man den

Digitized by Google

Gyps in einer heissen Mischung von Stearin und Wachs, wie sie zur Lichtfabrication dient, so lange tränkt, als noch Luftblasen aufsteigen. Er erlangt dadurch eine grosse Härte und verliert nichts an der Schärfe der Züge.

Ich habe oben des Stearins als einer Substanz erwähnt, die, wenn man sie mit einer metallischen Oberfläche bedeckt, ebenfalls in der Galvanoplastik benutzt werden kann. Ich will in dieser Beziehung hinzufügen, dass sich von dieser Substanz, wenn sie mit Vorsicht gehandhabt wird, Abgüsse machen lassen, welche die zartesten Züge wiedergeben und an Schärfe die Abgüsse von Gyps weit übertreffen. Auf diese, theils nicht gekannte, theils nicht benutzte Eigenschaft des Stearins, hat mich zuerst der *Herr Graf Alexei Bobrinski* aufmerksam gemacht, dessen ausgezeichneten Kenntnissen, und dessen umsichtigen Unternehmungsgeiste die vaterländische Industrie so vieles verdankt. Der Stearin lässt sich ausserdem sehr gut hobeln, drehen und wie es scheint auch graviren, Eigenschaften die diesem Material für unsere Zwecke sowohl, als auch in anderer Beziehung eine bedeutende Wichtigkeit verleihen.

Bei den nicht metallischen Substanzen erfordert die Anbringung des Leiters, welcher zum Zinkpole der Batterie geführt wird, einige Vorsicht. Die äusserst dünn vertheilte künstliche Metall-oder Graphitschicht, ist nämlich im Allgemeinen schlecht leitend, und die Reduction geht

Digitized by Google

gewöhnlich nur von den Punkten aus, wo der metallische Leiter sich mit dieser Schicht in inniger Berührung findet. Je mehr man also die Berührungspunkte vermehrt, um desto schneller wird die Oberfläche mit reducirtem Kupfer überzogen werden. Gewöhnlich umgebe ich das Modell mit einem Streifen von dünn gewalztem Blei oder Kupfer, der sich den Flächen leicht anschmiegt und sich mit der metallischen Oberfläche innig in Berührung bringen lässt. Noch ist zu bemerken, dass sich die Reduction gleichförmiger vertheilt, wenn man dem Originale eine horizontale Lage giebt, was besonders zu empfehlen ist, wenn dasselbe von ansehnlicher Grösse und von bedeutendem Relief ist. Alle Theile welche nicht mit Kupfer bedeckt werden sollen, z. B. die Leiter, die Hinterseiten u. s. w., können mit Wachs oder irgend einer nicht leitenden Substanz so weit überzogen werden, als sie in der Flüssigkeit tauchen. Das Kupfer nämlich, das sich auf diesen Theilen absetzt, wird der Oberfläche, deren Copie man erhalten will, und der Dicke, welche man ihr zu geben beabsichtigt, zum Theil entzogen. Im Uebrigen kann man auch da, wo es auf die Malleabilität des Kupfers nicht besonders ankommt, die Dicke der Schicht leicht dadurch vermehren, wenn man, nachdem sich der erste galvanische Ueberzug vollständig gebildet hat, anderes Kupfer in Körnern oder Feilspänen aufstreut, die sehr bald mit der Oberfläche vollständig verwachsen.

Digitized by Google

11.

Die Mannichfaltigkeit der theils plastischen, theils auf andere Weise bearbeitbaren Substanzen, welche in der Galvanoplastik benutzt werden können, eröffnet dieser neuen technischen Kunst, welche gewissermassen als eine kalte Metallgiesserei betrachtet werden kann, ein unübersehbares Feld, nicht nur in artistischer, sondern auch in vielen andern practischen Beziehungen. Ich will hierüber einige Andeutungen hinzufügen von deren Ausführbarkeit ich mich gröstentheils selbst überzeugt habe. Von der Copie gravirter Kupferplatten habe ich bereits gesprochen; nicht minder lassen sich Copien von Medaillen, und andern in Kupfer oder den edleren Metallen getriebenen Arbeiten verfertigen; eben so können kupferne Matrizen zu einzelnen Lettern oder zu ganzen Stereotypplatten unmittelbar über einem Letternsatze reducirt werden. Dieser Matrizen kann man sich bedienen, entweder um auf die gewöhnliche Weise Letternmetall hineinzugiessen oder den Satz selbst in galvanischem Kupfer anzufertigen. Ob kupferne Stereotypplatten nicht auch ausserdem eine grössere Anzahl scharfer Abdrücke liefern, als das gewöhnliche Metall, muss die Erfahrung entscheiden. Die Stempel zu den Initialen oder andern typographischen Ornamenten oder solcher, deren sich die Buchbinder bedienen, brauchen künftig nur in hartem Holze geschnitten zu werden, weil man unmittel-

Digitized by Google

bar vom Holze, kupferne Matrizen, und dann wieder die Typen selbst aus Kupfer erhalten kann. Holzschnitte irgend einer Art lassen sich mit einer ungleich grössern Schärfe und Wahrheit vervielfältigen, als sonst die Methode des Clichirens gewährt. Formen zum Tapeten- und Kattundruck werden sich auf solche Weise leicht herstellen lassen. In den neuesten Zeiten sind Landkarten und Pläne von Städten *en relief* sehr in Aufnahme gekommen. Die dazu nöthigen Formen und Contreformen könnte man ebenfalls unmittelbar über dem Modell in der, zum Abdrucke erforderlichen Dicke aus galvanischem Kupfer anfertigen. Basreliefs und andere halberhabene Kunstgegenstände lassen sich durch die, unmittelbar über dem, aus Wachs bossirten Originale, angefertigte kupferne Form ins Unendliche in Metall vervielfältigen, ohne dass irgend eine Ciselirung nöthig wäre, und zwar mit aller Schärfe oder Zartheit, welche der Künstler dem Originale gegeben hatte. Dass man die zuerst erhaltene Form auch zu Gypsabgüssen benutzen könne, versteht sich von selbst. Nicht minder kann man sich jetzt leicht Metallformen zur Anfertigung von gebrannten Steinen oder anderer mit erhabenen Verzierungen versehener Thonwaaren verschaffen. Die Galvanoplastik giebt uns ferner die Mittel an die Hand, künftig unsere Gebäude im Innern und Aeussern, mit wohlfeilen, zahlreichen und den schönen Motiven der Alten nachgebildeten Ornamenten in Bronce auszustatten und so

Digitized by Google

den schönen Künsten gewissermassen ein neues und weites Feld zu eröffnen. Dass Gegenstände untergeordneter Gattung, theils zum Schutz gegen die Witterung, theils in anderer Absicht mit einer dünnen Schicht reducirten Kupfers überzogen werden können, mag auch noch erwähnt werden. Da hierbei aber die wahren Formen dem Originale zugewandt sind, so sieht man nur die Rückseite welche im Allgemeinem in ihrer natürlichen Beschaffenheit, ein rauhes körniges Aussehen hat und nur dann einigermassen glatt ausfällt und den Zügen des Originals entspricht, wenn der Reductionsprocess sehr langsam vor sich ging, und man die Schicht nicht sehr dick werden lässt. Solche Gegenstände bei denen es nicht auf Genauigkeit ankommt und die keine Ansprüche auf Kunstwerth machen, bieten, besonders wenn sie in der Ferne gesehen werden, einen recht artigen Anblick dar. Dass man übrigens auch die Schicht könne dick werden und nacharbeiten und ciseliren lassen, versteht sich von selbst.

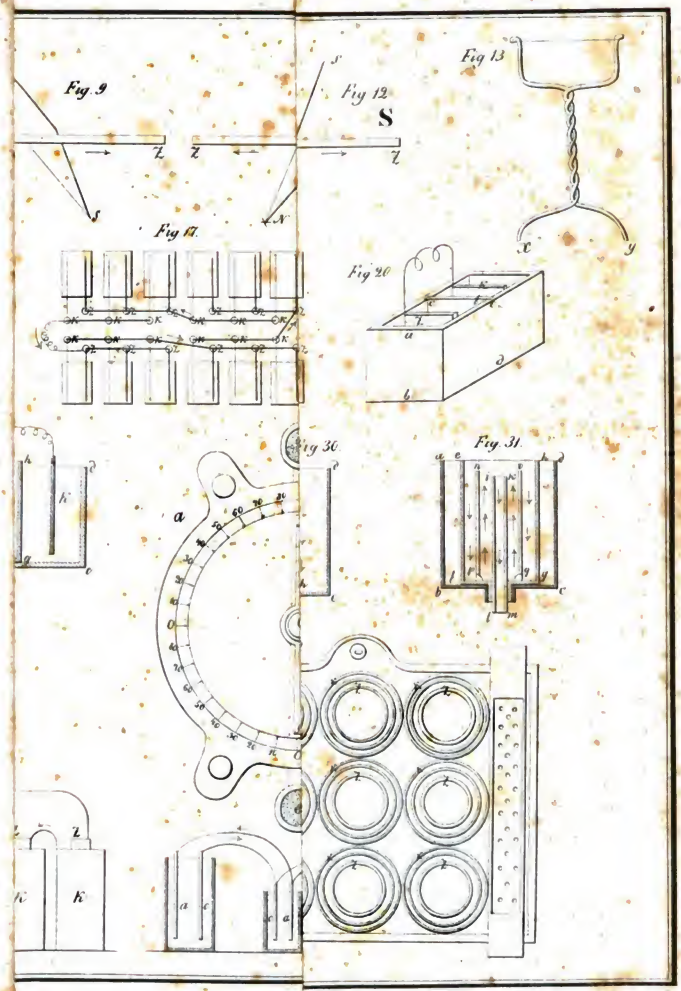
Bis jetzt ist nur von einfachen Copien die Rede gewesen, welche sich von den Originalen oder Formen worauf sie gebildet sind leicht abheben lassen. Was die Anfertigung ganzer Figuren oder solcher Gegenstände betrifft, die eine complicirte aus mehreren Stücken bestehende Form erfordern, so sind hierbei die Schwierigkeiten viel grösser, jedoch wie es scheint nicht unüberwindlich. Von einer in Wachs bossirten und vielfach untergearbeiteten Büste *en haut*

Digitized by Google

relief habe ich einen zwar nicht fehlerfreien, aber doch ziemlich guten galvanischen Abguss auf folgende Weise erhalten. Dem Originale wurde durch Graphit eine reducirende Oberfläche gegeben und dasselbe mit einem Leiter versehen dem galvanischen Processe unterworfen. Nachdem es sich vollständig aber nur in einer dünnen Schicht mit Kupfer bezogen hatte, wurde das Wachs ausgeschmolzen, wodurch man eine hohle Form erhielt, welche nachdem sie im Innern dnrch Terpenthinspiritus gereinigt worden war, wiederum als Cathode gebraucht wurde, um im Innern die Reduction zu bewirken. Nachdem dieses in hinlänglicher Dicke geschehen war, wurde die dünne äussere Hülle, welche als Form gedient hatte, abgelöst, was Stückweise und an manchen Stellen mit einiger Gewalt geschehen musste. Auf diese Weise erhielt man die wahre dem Originale vollkommen gleiche Copie, welche nur an einigen Stellen durch Unvorsichtigkeit beschädigt worden war. Bei diesem Verfahren geht natürlich, sowohl das Original als auch die zuerst gebildete kupferne Form verloren; indessen ist zu hoffen, dass bei ausgebreiteter und verständiger Benutzung der Galvanoplastik, noch manche technische Vervollkommnungen in dieser Beziehung, aus den Werkstätten der Handwerker und Künstler hervorzugehen bestimmt sind.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 030 604 086

A FINE IS INCURRED IF THIS BOOK IS NOT RETURNED TO THE LIBRARY ON OR BEFORE THE LAST DATE STAMPED BELOW.

FEB 26 1973 H

385437 FEB 1973

Digitized by Google

3 2044 030 604 086